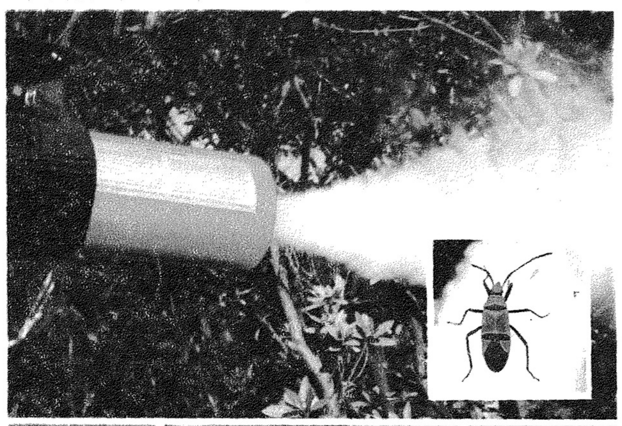
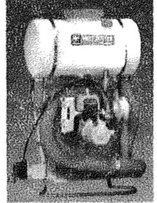
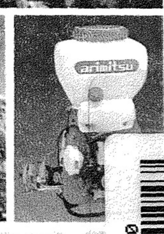
الاتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات

الجزء الثانى
« التواجد البيئى والتحكم المتكامل »









تأليف

ور / زيدان هندى عبد الحميد   الدكتور / محمد إبراهيم عبد المجيد


الدار العربية للنشر والتوزيع

الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات

الجزء الثانى

« التواجد البيئى والتحكم المتكامل »

الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات

الجزء الثانى
« التواجد البيئى والتحكم المتكامل »

تأليـــف

الدكتور / زيدان هندى عبد الحميد
أستاذ كيمياء المبيدات ـــ كلية الزراعة
جامعة عين شمس

الدكتور / محمد إبراهيم عبد المجيد
أستاذ المبيدات ومكافحة الآفات ـــ كلية الزراعة
جامعة عين شمس

الدار العربية للنشر والتوزيع



حقوق النشر

الإتجاهات الحديثة فى المبيدات الحشرية
الجزء الثانى
« التواجد البيئى والتحكم المتكامل »

الطبعة الأولى

ISBN977-1475-26-6

١٧ ش نادى الصيد بالدق ــ القاهرة
ت : ٧١٨٠٠٦ ــ ٨٣٧١٩٦

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم ، ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب فى أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى وفكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالًا ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغه عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت — فيما مضى — علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ؛ فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب . ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة من النمو والتطور ، وأبعدها عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درَّستا الطب بالعربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التي ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير ، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر ، وفرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى الأجنبى أن فى خنق اللغة مجالًا لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه ، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : « علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حَكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة . »

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر — فى أسرع وقت ممكن — إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الاطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظراً لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويُرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلًا للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عُقدًا وأمراضًا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... ننفذ عهدًا قطعناه على المُضىّ قُدُمًا فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُه والمؤمنون ، وستُردّون إلى عالِمِ الغَيب والشَّهادَة فَيُنبئكم بما كُنْتُم تَعْمَلون ﴾ .

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

مقدمـــة

بادىء ذى بدء .. فإننا نرى أن الكوارث التى حدثت نتيجة غزو الحشرات ، وغيرها من الآفات الضارة ، هى من صنع الإنسان نفسه بالدرجة الأولى ؛ لذا .. لابد أن تتغير الفلسفة الخاصة باستخدام هذه السموم فيما يتصل بنوعية المبيد ، وتركيزه ، وتوقيته ، ونوع الآفة المستهدفة (مجال المكافحة) ، وبالتكلفة المناسبة .

لذا .. نقدم هذا الجزء الثانى من كتاب « الاتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات » ــ تكملة للجزء الأول ــ لنستعرض فيه أحدث الخطوط المتعلقة بمجابهة الحشرات ، وانطلاقًا من العلاقة الخاصة : « الفائدة مقابل الضرر » ، منبهين إلى ضرورة خضوع هذه المركبات والمبيدات للقيود الخاصة بالتقييم ، والتسجيل ، والتداول ، والاحتياطات الواجبة اتخاذها عند الاستخدام ، وألا يتم التغاضى عن أية مواصفة من مواصفات المبيد .

إن أهمية هذه الضرورة لم تنشأ من فراغ ، وإنما لأن مبيدات الآفات تعتبر ــ إلى الآن وحتى إلى مستقبل بعيد ــ العمود الفقرى ، والوسيلة الحاسمة فى عملية مكافحة الآفات ، وذلك على الرغم من ظهور كثير من المشكلات ، بعضها ناجم عن سوء التطبيق ، أو التوسع الرهيب فى استخدامها ــ كما أشرنا إلى ذلك فى بداية المقدمة ــ أو عدم اختيار المبيد المناسب .

إن مشكلة التلوث أو التواجد البيئى من أخطر المشكلات التى يواجهها الإنسان الآن ، وذلك لما لها من آثار على صحة الإنسان ، أو القضاء على الكائنات الحية النافعة للإنسان ، أو مقاومة الآفات المستهدفة لفعل المبيد الكيميائى ، أو ظهور بعض الآفات الثانوية بشكل وبائى عقب استخدام المبيد .. هذا .. بالإضافة إلى التكاليف الباهظة لإنتاج مبيد جديد ، والتى بلغت ٣٠ مليون دولار على أقل تقدير ، بما فى ذلك من مراعاة لصفات مطلوبة ، مثل : التخصص ، القبول البيئى ، التركيز والتوقيت المناسبين .

مما تقدم .. كان لزامًا علينا أن نفرد جزءًا خاصًا لهذه المسألة ، وذلك حتى يتسنى فهم العلاقة بين الحشرات والإنسان فهمًا صحيحًا من جهة ، وبوصفه مجالًا حديثًا فى تلك الناحية الدراسية من جهة أخرى . ومن ثم .. أصبح واجبًا على المشرفين ، والقائمين بعمليات مكافحة الآفات عدم إدعاء المعرفة بكل شىء ، وذلك لاحتياج هذا العلم إلى معرفة متشعبة ، متعددة الجوانب من جهة ، وكى تتوافر الثقة بينه وبين المزارعين من جهة أخرى بما يضمن نجاح العملية التطبيقية .

وقد قصدنا إلى تزويد الكتاب بقائمة مستفيضة من المصطلحات العلمية ــ المستخدمة فى هذا المجال ــ باللغة الانجليزية ، مع ترجمتها ، وذلك حتى نقلل من سوء الفهم الذى قد يبرز أمام القارئ غير المتخصص ، كما حاولنا أن نتناول ــ بكافة الطرق ــ النواحى التطبيقية والخبرات الميدانية فى مصر ، والبلاد العربية ، والبلاد الأوروبية المتقدمة ، مسترشدين فى ذلك ، بالتطور التاريخى لصناعة المبيدات .

مما سبق .. نتمنى أن يكون هذا الكتاب ــ بجزأيه ــ إضافة جديدة ثرية متطورة للمكتبة العربية ، بما يضمه بين دفتيه من موضوعات فى غاية الأهمية لجميع الطلاب ، والباحثين ، والممارسين فى مجال المبيدات ومكافحة الآفات فى جميع أرجاء الوطن العربى .

والله ولى التوفيق ،،،

المؤلفـــان

إهـــداء

إلـى ....
كل أفراد الأسرتين ....
أساتذتنا الذين تعلمنا منهم ...
زملائنا على درب المعرفة المضنى ...
طلابنا ... حملة رسالتنا بإذن الله ...
إليهم جميعاً ....
كل التقدير والإعزاز والعرفان بالجميل

المؤلفـــان

المحتويـــات

القســم الأول
التواجد البيئى لمبيدات الآفات

القســم الثانــى
طرق مكافحة الآفات بين القديم والحديث

القســـم الأول

التواجد البيئى لمبيدات الآفات

الفصل الأول : حركة المبيدات فى البيئة

الفصل الثانى : بعض مظاهر سلوك المبيدات فى التربة .

الفصل الثالث : التأثيرات الجانبية على النباتات

الفصل الرابع : مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية .

الفصل الخامس : التخلص من مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية

الفصل السادس : بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات فى البيئة .

الفصــل الأول
حركة المبيدات فى البيئة

أولاً : مقدمة

ثانياً : تواجد وثبات وأخطار مبيدات الآفات الكلورينية فى البيئة .

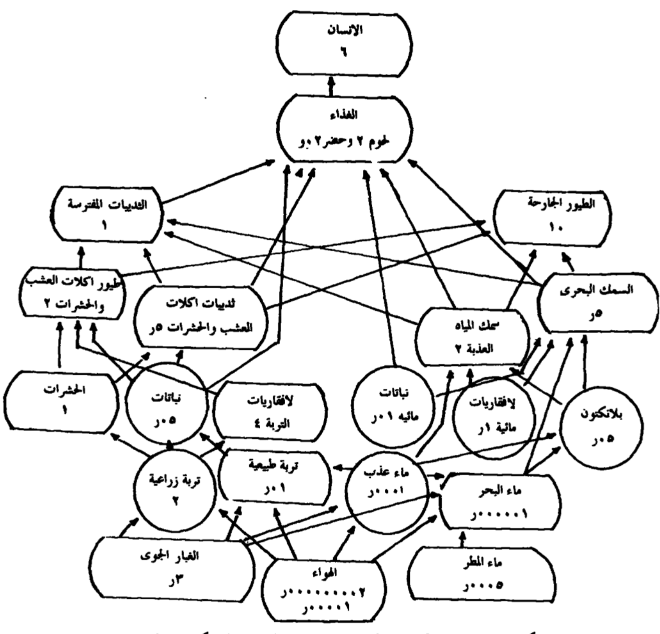
الفصل الأول

حركة المبيدات فى البيئة

أولًا : مقدمـــة

من المقالات التى أثارت الاهتمام فى مجال تواجد المبيدات فى البيئة تلك التى قدم بها العالم C.A. Edwards للكتاب ذى العنوان « Persistent pesticides in the Environment » عام ١٩٧٣ ، والتى تناول فيها تواجد مخلفات المبيدات الثابتة فى الهواء ومياه الأمطار والأتربة والأنهار والبحار وأجسام اللافقاريات المائية والأرضية والأسماك والطيور والثدييات والإنسان . ولقد ثبت وجود أكبر كمية من المخلفات فى أنسجة الحيوانات التى تسود فى قمة السلسلة الغذائية ، خاصة المفترسات وآكلات اللحوم ، وأكثرها أهمية الإنسان .. وشكل (١ - ١) يوضح الكميات الفعلية من الـد.د.ت التى وجدت فى مختلف الأوساط والنباتات الأرضية والمائية والحيوانات والإنسان .

والدور الذى تلعبه المخلفات الثابتة للمبيدات فى البيئة مازال غير معروف الأهمية على وجه التحديد ، حيث مازالت الدراسات قاصرة فى هذا المجال . وهناك العديد من التقارير التى تشير إلى مقتل العديد من الحيوانات البرية ، ولكن للأسف الشديد لاتوجد سجلات عن خطورة المخلفات فى تقليل أعداد هذه الحيوانات . والإنسان يتعرض وسوف يستمر تعرضه للمبيدات . والمتاح الآن القليل من الأدلة عن حدوث حالات مرضية . وهناك اتفاق عام على أن استمرار انتشار الكيميائيات الثابتة واتساع نطاق توزيعها واستخدامها وتأثيراتها البيئية ذات ارتباط وثيق بحالات القلق التى تعترى الإنسان فى جميع أنحاء العالم . وبنظرة موضوعية لما أنتج من مبيدات كلورينية تتضح الصورة المخيفة لمشاكل مخلفاتها فى البيئة ، ففى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ، وعلى سبيل المثال .. تم إنتاج حوالى ١,٢٥ مليون طن د.د.ت ، و$\frac{٣}{٤}$ مليون طن ألدرين وديلدرين . ومن الثابت اختفاء هذه المركبات فى البيئة ببطء شديد جدًّا ، ومن ثم تظل مخلفاتها - وبكميات خطيرة - فى الأراضى والغلاف الجوى والنظام الحيوى الشامل بما فيها مصادر المياه . ومن المثير للدهشة أن معدل الاستهلاك العالمى من هذه المبيدات الكلورينية يزداد بالرغم من منع استخدامها فى بعض الدول ،



شكل (١ - ١) : كميات الددت (جزء فى المليون) فى مكونات البيئة .

وفرض قيود شديدة بما يقلل من استخدامها فى الدول الأخرى . والموقف الآن أن الكميات المنتجة أخذت فى التناقص ، ولكن مازالت تستخدم منها كميات كبيرة حتى وقتنا هذا (١٩٨٠ - ١٩٨٦) .

والمعلومات المتاحة عن تواجد هذه الكيميائيات فى مكونات البيئة الطبيعية والإنسان والطيور والأسماك قاصرة فقط على الدول الأوروبية وأمريكا الشمالية . وليس لدينا إلا القليل عما هو حادث فى أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية ، والتى مازالت تستخدم كميات كبيرة من هذه المبيدات العالية الثبات حتى الآن . وتشمل مبيدات الآفات الثابتة : مركبات الزرنيخ ، والقصدير ، والأنتيمون ، والزئبق ، والسلينيوم ، والكبريت ، والزنك ، والفلورين (مواد غير عضوية) . وهذه المركبات استخدمت ولمدة طويلة ، ومازالت مخلفاتها موجودة فى البيئة ، ولكنها تستخدم الآن على نطاق

محدود جدًا ، وربما لأغراض أخرى بخلاف مكافحة الآفات . وباكتشاف الـ د . د . ت والمبيدات الكلورينية الأخرى خلال وبعد الحرب العالمية الثانية بدأت تظهر المشاكل المرتبطة بوجود مخلفاتها فى البيئة ، فهى تقتل الحشرات والعديد من مفصليات الأرجل ، وبعضها قليل السمية نسبيًا على الثدييات والفقاريات الأخرى ، علاوة على أن هذه المركبات ساهمت إلى حد كبير فى القضاء على العديد من الآفات الضارة على المحاصيل ، مما أدى إلى زيادة الإنتاج الزراعى بدرجة مذهلة ، وكذلك الآفات التى تضر بصحة الإنسان بطريقة مباشرة ، أو الناقلة لمسببات الأمراض ، مما أدى إلى التغلب على العديد من المشاكل الزراعية والصحية . وحتى أوائل الخمسينات ، وبالرغم من توفر المعلومات عن ثبات مخلفاتها الثابتة على المدى الطويل . وكانت هناك أدلة مؤكدة عن حدوث أضرار على النباتات التى تزرع بها كميات عالية من المخلفات ، كما وجدت مخلفات بسيطة فى أنسجة النباتات والحيوانات ، وكذلك فى لبن الأبقار ، وحدثت وفيات فى الأسماك التى تعرضت للمبيدات من خلال حملات مكافحة البعوض الناقل للملاريا . وكان هناك قبول عام بين الناس لمخاطر استخدام المبيدات غير الخطيرة بالمقارنة بالفوائد التى تتحقق من تطبيقها فى مجالات الزراعة والصحة . ومنذ ذلك الوقت بدأت فلسفة « الفائدة فى مقابل الضرر » Benefit versus Risk تلقى القبول فى مجال استخدام الكيميائيات الزراعية ، خاصة المبيدات . ومنذ أن نشر كتاب « الربيع الصمت » لـ

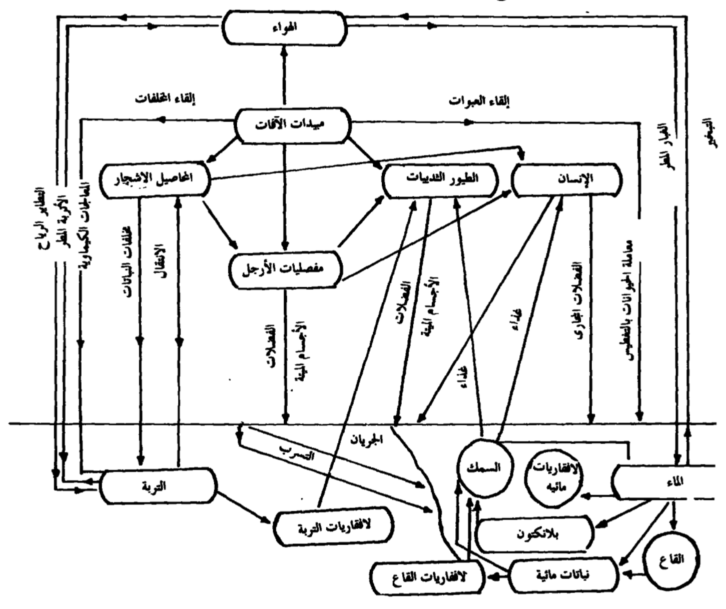
Carson عام ١٩٦٢ ، والعديد من القيود والدراسات المؤيدة لمخاطر المبيدات فى البيئة مازالت تجرى وتنفذ نتائجها بهدف حماية الإنسان والبيئة المحيطة به . ولقد حدث تطور مذهل فى الكشف عن مخلفات المبيدات الثابتة فى كل من مكونات البيئة باستخدام النظائر المشعة . ولايوجد سبب واحد يحول دون إلقاء الضوء على احتمالات انتقال المخلفات بين دول العالم المختلفة . وهذا يستدعى عمل حصر شامل ودورى فى مكونات البيئة الطبيعية والحيوية . وللأسف الشديد تجرى هذه العملية بانتظام فى الولايات المتحدة وربما اليابان ، أما إنجلترا وغيرها ، فتجرى فيها ، ولكن على نطاق محدود ، خاصة فى الأنهار الهامة . وفى الجانب المقابل يتم هذا الحصر فى الأراضى الزراعية فى معظم بلدان العالم ، سواء فى الأماكن التى تعامل بالمبيدات بطريقة مباشرة ، أم تتلوث عرضيًا .

ومن الأمور الهامة معرفة تأثيرات مبيدات الآفات على التوازن الطبيعى . ومن المحزن أن كل مجهودات الإنسان فى سبيل تحسين سبل معيشته تؤدى إلى حدوث خلل بصورة أو بأخرى فى هذا التوازن . ودائمًا يلقى اللوم على المبيدات فى تقليل أعداد الكائنات الحية البحرية ، بالرغم من أن التغيرات التى تحدث فى الأرض والماء واستخداماتهما ذات مسئولية أكبر من المبيدات فى هذا الخصوص . واتخاذ القرار سواء بالاستمرار فى استخدام المبيدات الثابتة فى مكافحة الآفات أم تقييد أم حتى منع استخدامها من الصعوبة بمكان ، لأن لكل أهميته ، فقد تتساوى نتيجة المنع مع الاستمرار إذا لم تؤخذ جميع العوامل السائدة والمؤثرة فى الحسبان .

ومن الأمور التى تحدث خطأ فى تقييم تواجد المخلفات فى البيئة ونسبة وتوزيع كمياتها فى المكونات المختلفة طريقة أخذ العينات ، وعددها ، ومدى تمثيلها للواقع . فالاعتماد على مجموعة

واحدة من العينات فى البيئة الطبيعية والبيولوجية ذو قيمة قليلة جدًّا ، حيث لايمثل إلا متوسط التواجد ، وهذا غير دقيق . ففى البيئة الطبيعية تمثل المخلفات بقايا الجرعات الكبيرة ، بينما مايوجد فى البيئة الحيوية يمثل نتيجة تعرض المبيدات للعديد من العمليات على المدى الطويل (الامتصاص – التركيز ..) . ومن هذا المنطلق اتفق على أن النظام الكلى لتفاعلات المبيدات فى البيئة يتمتع بالديناميكية ، ويجب ألا تغيب هذه الحقيقة عن الدراسين فى هذا المجال ، حتى تكون استنتاجات الدراسات ممثلة للواقع وذات معنى . وليس من الصعوبة معرفة الوضع الحالى للمخلفات ، ولكن الصعوبة فى التنبوء بالتغيرات التى ستحدث ، خاصة فى حالة إيقاف استخدام المركب ، مما يستدعى ضرورة معرفة ما إذا كانت المخلفات ستختفى بسرعة أم لا ، وكذلك فى حالة ظهور سلالات من الكائنات التى يستخدم المركب لمكافحتها قادرة على تحمل الفعل السام . والمطلوب من الباحثين تحديد دقيق لأهمية تواجد مخلفات المبيدات فى البيئة من عدمه .

وشكل (١ – ٢) يوضح حركة المبيدات بين مكونات البيئة ، وهو مايعرف بـ « Cycling » .



شكل (١ – ٢) : حركة المبيد بين مكونات البيئة المختلفة .

ثانيًا : تواجد وثبات وأخطار مبيدات الآفات الكلورينية فى البيئة

١ – مبيدات الآفات فى التربة **Pesticides in soils**

سواء استخدمت المبيدات بطريقة الرش الأرضى أم الجوى أم مساحيق تعفير على المجموع الخضرى ، أم مباشرة للتربة ، فإن كميات كبيرة منها تصل للتربة وتعتبر كمخزن للمبيدات الثابتة ، ومنه يتحرك ويصل إلى أجسام اللافقاريات ، ثم ينتقل إلى الهواء والماء ، أو يتكسر ويتلاشى فى التربة . ولقد سجل وجود مخلفات عالية من الد. د. ت فى الأرض غير المزروعة القريبة من الأرض التى تعامل بانتظام بالمبيدات ، وحدث نفس الشىء مع سادس كلورور البنزين . ولقد وجد بعض الباحثين الد. د. ت بمتوسط ١,٦ جزء فى المليون . وأوضحت دراسات حصر المخلفات زيادة كميات المبيدات الكلورينية بتوالى السنين فى أرض الغابات الكثيفة . وجدول (١ – ١) يوضح نماذج من تواجد المبيدات الكلورينية فى التربة .

جدول (١ ــ ١) : تواجد المبيدات الكلورينية فى التربة .

البلد	عدد العينات	نوع المبيد	حالة الأرض ونوع الزراعات	المخلفات القصوى (جزء فى المليون)	متوسط المخلفات (جزء فى المليون)
أمريكا	٢٥	د. د. ت	القطن والخضروات	١٥,٦٣	٧,٦٧
	٧١	د. د. ت	البصل	١٢٣,٥١	١٥,١٠
	٣٣	د. د. ت	المحاصيل الحقلية والجذرية	٩,٢٣	٤,٦١
	١٦	د. د. ت	المراعى	٠,٠٦	٠,٠٢
	١٩٩	د. د. ت	الأرض البور	٠,٦٢	٠,٠١
	١	د. د. ت	الغابات	بسيطة جدًا	٠,١٨
	٥	د. د. ت	الصحراء	٢,٣٠	١,٦٠
	١٢	د. د. ت	الصحراء والبرارى	٢,٩٢	٠,٤٨
	٦	الدرين	الموالح	٠,٠٤	٠,٠٢
	٢	BHC	الموالح	٠,٠٦	٠,٠٥
	٣٠	الكلوردين	الموالح	بسيطة جدًا	٠,١
	؟	إندوسلفان	الموالح	٤,٦٣	٢,٣٠
	؟	أندرين	الموالح	٣,٤٧	١,٢٤
	؟	هبتاكلور	الموالح	٢,٢٤	٠,٠٩
	؟	كامفيكلور	الموالح	٧,٧٧	٠,٥٥
كندا	٢٤	ديلدرين	المحاصيل الجذرية	٤,٠٤	٠,٤٧

ولقد أشار Edwards & Thompson عام ١٩٧٣ إلى حدوث تراكم لمبيدات الآفات فى الأراضى المعاملة نتيجة لتكرار الاستخدام عامًا بعد آخر . وهذا التراكم يرجع إلى المعاملة المباشرة للتربة ، بصرف النظر عن وجود الآفات من عدمه ، كما كان يحدث من إضافة المبيدات مع الأسمدة ، حتى ولو لم تكون هناك حاجة للمبيدات نفسها . ومن الثابت أن جزءًا كبيرًا من محلول الرش الجوى لايصل للهدف حتى مع النباتات الكثيفة المجموع الخضرى كالبرسيم ، حيث وصل ٤٣٪ فقط من كمية الميثوكسى كلور . وعندما رشت الأشجار بمبيد الد.د.ت بمعدل ٠,٥ رطل للفدان تم الكشف عن سقوط ٠,٠١ — ٠,٢٤ رطل للفدان على التربة تحت الأشجار . ولايجب إغفال مخلفات الكيميائيات فى الغلاف الجوى كمصدر لتلوث التربة بالمبيدات عن طريق تساقط الأتربة أو الأمطار المحملة بها ولقد قدرت كميات الد.د.ت الموجودة فى ماء المطر فى إنجلترا بحوالى ٢١٠ × ١٠^-٦ جزء فى المليون ، وتطابق ذلك مع ماوجد فى الولايات المتحدة الأمريكية ، وهذه كمية ضئيلة جدًا بالنسبة لما أسفرت عنه تقديرات الحصر . وهناك مصدر آخر لتلوث التربة بالمبيدات يتمثل فى تساقط الأوراق النباتية المرشوشة ، أو عندما تقلب النباتات أو تدفن الكائنات الحية المحتوية على نسبة بسيطة من المخلفات داخل أجسامها . وبحساب النسبة التى تصل للتربة عن هذا الطريق اتضح أنها غير ذات قيمة (٠,٠٠٠٦ رطل للفدان) . والميكروبات واللافقاريات والفقاريات التى تسكن التربة تعتبر أنظمة لتواجد المخلفات ، ولكن بكميات متفاوتة بدرجة كبيرة ، فلو أخذ ٠,١ جزء فى المليون كمتوسط للكائن ، وكان هناك ٢٥ طنًا من الكائنات الحية/هكتار لكانت الكمية الموجود فى هذا النظام حوالى ٠,٠٢٥ كجم مبيد لكل هكتار تربة .

ومبيدات الآفات الثابتة ، خاصة الكلورينية العضوية ، تختلف فى درجة ثباتها تبعًا لتأثير العديد من العوامل ، مثل : نوع ومواصفات التربة التى يوجد فيها المبيد . ويزداد الانهيار بمرور الوقت بعد المعاملة ، ولكن العلاقة ليست خطية . وهناك العديد من المعادلات الرياضية التى تمكن الباحثين من التنبؤ بمستوى تواجد مخلفات المبيدات وسلوكها فى التربة . وتتراوح نصف فترة الحياة Half life للمبيدات الكلورينية بين ٠,٣ — ٢,٨ سنة ، أما الوقت اللازم لانهيار واختفاء ٩٥٪ من كمية المبيدات المضافة للتربة من هذه المجموعة ، فتراوحت من ٣ — ١٠ سنوات تبعًا لنوع المبيد وظروف التربة والعوامل البيئية الأخرى . وثبات المبيدات فى التربة يتوقف كذلك على صفات المبيد ، خاصة درجة التطاير ، والذوبان ، والتركيز والصورة المستخدمتين . وهناك احتمال كبير لفقد المبيدات الثابتة من التربة عن طريق التطاير المشترك مع بخار الماء (قد تصل نسبة الفقد إلى ٥٠٪ د.د.ت خلال ٢٤ ساعة) . والذوبانية فى المبيدات تلعب دورًا كبيرًا فى تحديد درجة الثبات فى التربة ، وليس من الضرورة أن تتوافق درجة الذوبان مع التسرب للأعماق المختلفة فى التربة ، وكما زاد تركيز المبيد ، زادت درجة ثباته فى التربة . والمستحضرات القابلة للذوبان فى الماء تتسرب فى الأراضى بدرجة أسرع من غيرها . ولايجب أن نغفل دور حجم الجسيمات فى هذا الخصوص (علاقة عكسية بين حجم الجسيمات والادمصاص بعد المعاملة مباشرة) ، لذلك .. فإن التجهيزات المحتوية على حبيبات أصغر تزداد كفاءتها الإبادية فى حالة المبيدات ذات الفعل البخارى (ادمصاص عال) .

ولقد تأكد من الدراسات المعملية والحقلية شدة ادمصاص المبيدات فى الأراضى الثقيلة والمحتوية على نسبة عالية من المواد العضوية ، وهذا يرتبط بقلة تأثيرها على الآفات المستهدفة تحت هذه الظروف . ونوع التربة يلعب دورًا كبيرًا فى تحويل المبيدات لنواتج أخرى خاصة بفعل المواد العضوية التى تتراوح نسبتها من ١ - ٥٠٪ . وكلما زادت كميتها ، زاد ثبات المركب فى التربة ، ولكن كفاءة المركبات الإبادية تقل كلما زادت المحتويات العضوية في الأرض . وسوف يتم تناول هذا الموضع بالتفصيل فى الفصل التالى . وتركيز أيون الأيدروجين أحد العوامل التى تؤثر على ثبات المبيدات لارتباطها بالعديد من العمليات الحيوية والطبيعية ، فهو يؤثر على ثبات معادن الطين ، والمقدرة على تبادل الكاتيونات ، ومعدلات الانهيار الكيميائى والميكروبى . وليس هناك أدلة على الدور الذى تلعبه درجة الحموضة على ثبات المبيدات فى التربة . وحرارة التربة ذات أهمية خاصة فى تحديد ثبات المبيدات والانهيار الكيميائى والتحلل الميكروبى والتطاير ، حيث تقل معدلات الفقد فى الحرارة المنخفضة ، ويقل الادمصاص بارتفاع الحرارة ، وعلى العكس .. يزداد ذوبان المبيدات ، ومن ثم يزداد معدل تسربها للمصارف والأعماق . ولايجب إغفال تأثير رطوبة التربة على الثبات فى الأراضى الجافة ، ولكنها تصبح حرة فى الأرضى المبتلة ، ومن ثم تكون أكثر فعالية ضد الآفات المستهدفة ، وفى المقابل تزداد فرصة تكسيرها وتحويلها لنواتج أخرى ، وقد تزال تمامًا من التربة . ويمكن القول إن الحرارة والرطوبة تلعبان دورًا متعارضًا على المبيدات . ويزداد فقد المبيدات فى الأرض البور غير المزروعة نتيجة لتعرضها للرياح والشمس والمطر . وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورًا كبيرًا على ثبات المبيدات فى التربة ، كما فى السلالات الخاصة من الأسبرجلس والبنيسيليوم والأيروباكتر وغيرها .

ولقد أثبتت الدراسات أن المبيدات الكلورينية وغيرها ذات الثبات العالى فى التربة تحدث تأثيرات ضارة غير مرغوبة ، وعلى سبيل المثال .. خطورة امتصاص المخلفات من الأرض الملوثة وانتقالها للنباتات المزروعة . ولحسن الحظ أن الكمية التى تسلك هذا الطريق ضئيلة جدًا ، كما أن هذه الظاهرة لاتحدث مع جميع المبيدات . وبالرغم من ضآلة المخلفات ، والتى غالبًا ما تكون تحت المستوى المسموح بتواجده ، إلا أنه من غير المرغوب تواجدها ، لأنها تتراكم داخل أجسام الحيوانات التى تأكل هذه النباتات . والمبيدات الموجودة فى التربة قد تؤثر على نمو وإنتاجية النباتات المزروعة (قلة الإنبات - ضعف النمو - الذبول - فقد المادة الخضراء - التقزم - تغيير الطعم .. وغيرها) . ومن أخطر التأثيرات الضارة لمخلفات المبيدات فى التربة مايحدث على الكائنات الدنيئة الحية التى لها علاقة مباشرة بالخصوبة . ومن حسن الحظ أن التربة لاتلبث ، وفى خلال مدة قصيرة ، أن تتزن ويعود النشاط الحيوى لطبيعته الأولى مرة أخرى . وقد يزداد النشاط الميكروبى نتيجة لاستخدام الميكروبات لمخلفات المبيدات كمصدر للكربون . وهناك اختلاف فى حساسية الميكروبات المختلفة للمبيدات ، فالفطريات أكثر حساسية من البكتيريا . وتشير الدراسات إلى قلة الضرر على عمليات النترتة **Nitrification** وإنتاج النوشادر **Ammonification** ، وتؤثر مخلفات المبيدات كذلك على

لافقاريات التربة التى تسكن التربة . وهذه التأثيرات مطلوبة لو كانت اللافقاريات آفات ، وغير مرغوبة فى حالة المفترسات اللافقارية ، مثل : الأكاروسات ، والخنافس المفترسة ، لأنها – وبسبب نشاطها الزائد – تجمع كميات كبيرة من مخلفات المبيدات . وهناك أدلة بسيطة عن خطورة تأثر هذه الكائنات بالسموم . وليس من المستحب اعتبار تأثير المبيدات على كل نوع من الكائنات بمفرده ، ولكن يفضل أن تؤخذ مجتمعة ، لأنها نادرًا مايقل تعدادها فى الأرض الملوثة عن ٥٠٪ من التعداد العادى . وتتفاقم مشكلة المخلفات فى الأرض المزروعة بالأشجار (الغابات) ، حيث تتأثر دورة المواد العضوية نتيجة للتأثير على الكائنات الحية ، وبالتالى خصوبة التربة . ومن أخطر الأمور تكوين سلالات مقاومة من الآفات الضارة فى التربة لفعل المبيدات ، مما يحتم ضرورة زيادة تركيز أو إحلال المركب بمبيد جديد .

٢ – مبيدات الآفات فى الهواء ومياه الأمطار Pesticides in air and rain water

تصل المبيدات للغلاف الجوى بالعديد من الطرق ، خاصة من انتشار محاليل الرش أو مساحيق التعفير ، وكذا التطاير من التربة والماء . والانتشار من أهم السبل فى هذا الخصوص ، حيث تنتقل جسيمات الرش لعدة أميال بعيدًا عن مكان المعاملة (أقل من ٥ ميكروميتر فى الحجم ، أما تلك التى تتراوح حجوم قطراتها من ١٠ – ٥٠ ميكروميتر ، فتسقط على الأرض) . ولايجب أن يغفل التطاير أثناء إجراء عمليات المكافحة ، مما يترتب عليه فقد فى كميات المبيد ، ونقص الفعالية ، مما يحتم على المشتغلين فى هذا المجال تصحيح هذا الوضع فى سبيل تحقيق مكافحة فعالة ضد الآفات المستهدفة . ونوع المستحضرات ذو أهمية كبيرة فى حدوث الانتشار ووصول المبيدات إلى الغلاف الجوى ، خاصة مساحيق التعفير ، ومستحضرات التضبيب ، ومولدات الأدخنة ، والأيروسولات . وكان يعتقد أن المركبات ذات الضغط البخارى المنخفض لاتتطاير إلى الغلاف الجوى ، ولكن ثبت بعد ذلك خطأ هذا الاعتقاد ، حيث إنه فى المساحات الواسعة المعاملة يحدث تلوث كبير للهواء ، بالرغم من التطاير البسيط ، علاوة على أن الضغط البخارى يختلف بدرجة كبيرة تبعًا للظروف السائدة ، مثل : الحرارة ، وتركيز المبيد ، والرطوبة النسبية السائدة . ويميل بعض الباحثين إلى القول بأن التطاير يحدث بعد استقرار المبيد على السطح المعامل مباشرة ، وبعد فقد الماء ، ويصبح من الصعوبة بمكان حدوث تطاير بعد ذلك لارتباط المركب وادمصاصه على السطوح المرشوشة . ويحدث تطاير لجزيئات المبيد من على سطح التربة الملوثة على صورة أبخرة ، وبدرجة أكبر فى الأراضى الثقيلة عن الجافة ، حيث يحدث إحلال لجزيئات الماء على أماكن ادمصاص المبيدات . وأكدت الدراسات أن الأرض المحتوية على طبقة واحدة من الماء لاتفقد منها المبيدات بالتطاير . وتختلف مشابهات المبيد الواحد فى درجة تطايرها من التربة ، مما دعا إلى الاعتقاد أن التطاير يعتبر وسيلة هامة فى سبيل اختفاء نواتج تكسير وتمثيل المبيدات من التربة . ووجود المزروعات فى الأرض يقلل من درجة تطاير المبيدات . وعند هبوب الرياح يحدث انتشار لحبيبات التربة الملوثة بالمبيدات ، مما يؤدى إلى وصولها للغلاف الجوى . ويوضح الجدول (١ – ٢) تواجد المبيدات فى الهواء (مأخوذ عن

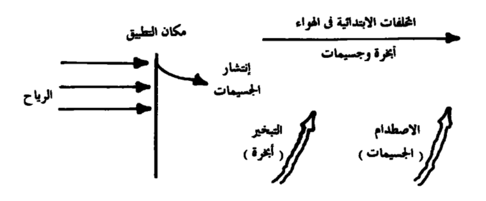
James N, Seiber بقسم التوكسيكولوجى البيئية بجامعة كاليفورنيا ديفيز بالولايات المتحدة الأمريكية – نشر عام ١٩٨٢ فى المؤتمر الدولى IUPAC باليابان) .

ولقد اتضح من دراسات تلوث الهواء بالمبيدات التى أجريت فى الولايات المتحدة الأمريكية أن كمية الكيميائيات العضوية تختلف تبعًا لنوع المادة الكيميائية ، ومكان العينة ، والموسم ، وطريقة أخذ العينة ، ودقة ونوعية الباحث . ومن النتائج أمكن التعميم أن المبيدات ذات الثبات النسبى العالى والضغط البخارى المعقول (أكثر من ١٠ – ٧ ملليمتر زئبق) وسهلة الكشف عنها ، والتى تستخدم بكثرة فى برامج المكافحة توجد بكميات لايستهان بها فى الهواء .

جدول (١ – ٢) : تواجد المبيدات فى الهواء .

المركب	العينات الإيجابية (٪) (١٩٧٠-١٩٧٢)	التركيز الموجود فى الهواء (نانوجرام/م٣)		
		متوسط القيم	الحد الأقصى	الحد الأقصى بجورجيا
بارا – بارا – د.د.ت	٩٨٫٢	٥٫٧	٩٤٫٣	٥٣٤٫٧
بارا – بارا – د.د.اى	٩٥٫٩	١٫٨	١٩٫١	٣٠٫٣
ديلدرين	٩٤٫٠	١٫٧	٢٣٫٩	١٢٫٠
ألفا سادس كلورور البنزين	٨٧٫٤	١٫١	٧٫٨	–
أورثو – بارا – د.د.ت	٨٤٫٤	٢٫٢	١٠٢٫٤	٢١٠٫٣
جاما سادس كلورور البنزين	٦٧٫٧	٠٫٩	١١٫٧	–
ديازينون	٥٠٫٢	٢٫٥	٦٢٫٢	٧٧٫٤
هبتاكلور	٤٢٫٠	١٫٠	٢٧٫٨	٠٫٨
ملاثيون	١٧٫٩	١٩٫٧	٧٠٩٠٫٠	٢٧٠٫٣
الدرين	١٣٫٥	١٫٦	٢٤٫٦	٦٫٩
ميثايل باراثيون	١١٫٣	١٠٫٤	٢٧٨٫٥	٢٠٦٠٫٠
٢٫٤ ـــ د	١٠٫٥	٣٣٫٢	٢٠٥٫٢	–
أندرين	٨٫١	٢٫٦	١٩٫٢	٣٩٫٣
بارا – بارا – د.د.د	٥٫٠	١٫٦	١٢٧٫٠	٢٫٨
تراى فلورالين	٤٫٠	٢٫٧	٣٠٫٣	–
توكسافين	٣٫٥	١٨٩٠٫٠	٨٧٠٠٫٠	١٧٤٦٫٥

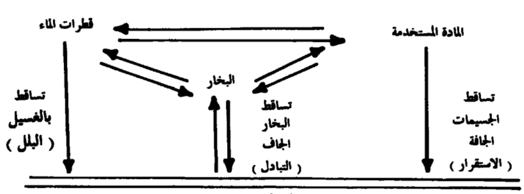
وهذه الظروف تتمشى مع المبيدات الكلورينية العضوية ، ولو أن الجدول السابق يشير إلى وجود الكميات القصوى فى حالة المبيدات الشائعة الاستخدام فى مجال الزراعة مثلًا الملاثيون والميثايل باراثيون والتوكسافين ، ولكن احتمالات ومرات وجود مخلفاتها أقل مما هو حادث فى حالة المركبات الكلورينية ، كالـ د.د.ت ، والديلدرين ، وسادس كلورور البنزين . وهناك من ينادى بأن المركبات ذات الثبات العالى وذات الضغط البخاري المتوسط إلى العالى ، وشائعة الاستخدام فى البيئة تكون أكثر ثباتًا ، ومن ثم أمامها فرصة أكبر للانتقال بين المكونات البيئية المختلفة ومنها الهواء . شكل (١ — ٣) .



شكل (١- ٣) : مصادر ميدات الآفات فى الهواء .

والفقد بالتطاير يضيف مشكلة أخرى فى سبيل تحقيق فعالية أكيدة عند استخدام المبيدات ضد الآفات المستهدفة . ولقد وجد Willis وزملاءه عام ١٩٨٠ وجود ٩٪ فقط من مبيد التوكسافين المرشوش بالطائرات فى حقول القطن على النباتات غير المستهدفة بعد ساعة واحدة من المعاملة . وأشار إلى أن الانتشار هو السبب الرئيسى لهذا الفقد الكبير ، وأشار نفس الباحثين إلى أنه بالرش الأرضى تم فقد ١٧ — ٥٤٪ من التوكسافين خلال ٣ ساعات بعد المعاملة على القطن ، ثم حدث فقد إضافى بعد المعاملة وصل إلى ٢٦٪ خلال خمسة أيام ، و٥٣٪ خلال ٣٢ يومًا . وهذا يدل على أن معظم المبيد المستخدم يجد طريقه إلى الهواء خلال فترة وجيزة . وضآلة تواجد المبيدات الفوسفورية والكاربامات والنيتروأنيلينات والبيرثرينات المصنعة فى الهواء ترجع إلى سرعة انهيارها فى البيئة .

وعندما يصل المبيد أو أية مادة كيميائية إلى الهواء ، فإنه يتعرض إلى عمليات طبيعية وكيميائية تؤدى إلى فقد مخلفاته وتخليص البيئة من ضررها . والتفاعلات الكيميائية تتركز أساسًا فى الأكسدة العادية والضوئية . والعمليات الطبيعية التى تزيل الجزيئات العضوية الكبيرة تشمل الغسيل بماء المطر ، والتساقط مع ذرات التراب الجافة وغيرها ، والتى يمكن توضيحها فى شكل (١ — ٤) .



شكل (١ - ٤) : العمليات الطبيعية التى تزيل الجزئيات العضوية الكبيرة من الهواء

ويمثل الماء الوسط الكبير الذى يشكل تلوثه بالمبيدات مشكلة خطيرة ، حيث ثبت وجود المخلفات فى العديد من الأنهار والبحيرات ، وحتى المحيطات وُجِدَ أنها تحتوى على كميات صغيرة . ومن الثابت وجود توازن بين كمية المخلفات فى الماء والهواء السائد فوقها . والانتقال بين هذين الوسطين يتوقف على التركيزات النسبية بينهما ، ففى حالة الحجم الهائل لمياه المحيطات وحدوث معدلات ترسيب عالية ، فإنه من المتوقع حدوث تحرك للمبيدات من الهواء إلى الماء وليس العكس . وتشجع الرياح والدوامات القريبة من السطح حركة المبيدات فى الغلاف الجوى .

وهناك طريق مؤكد لوصول مخلفات المبيدات إلى الهواء يتمثل فى حرق المواد العضوية الملوثة بالمبيدات ، وكذلك حرق المخلفات الزراعية ، خاصة القش .

وكميات المبيدات فى الهواء لاتسبب أضرارًا خطيرة للإنسان عند استنشاقها ، نظرًا لضآلتها . ولقد ثبت من الدراسات أن الكمية التى تدخل الجسم عن هذا الطريق يوميًا تتراوح من ٢ - ٣٢ ميكروجرام/ شخص .. وهى تمثل من ٢ - ٥٪ من تلك الكمية التى تؤخذ مع الطعام . والجدول (١ - ٣) يؤكد هذه الاستنتاجات .

جدول (١ - ٣) : كمية المبيدات التى تؤخذ مع الهواء فى أمريكا*

نوع المبيد	ميكروجرام / كيلوجرام من وزن الجسم/ يوم		
	من الهواء	من الغذاء	الكمية المسموح بها يوميًا
الـ د. د. ت ومشتقاته	٠,٢٢٧	٠,٨	١٠
ديلدرين	٠,٠٤٦	٠,٠٨	٠,١
أندرين	٠,٠١	٠,٠٠٤	-
لندين	٠,٠٠٢	٠,٠٧	١٢,٥

* مأخوذ من Barney (١٩٦٩) .

ماذا يحدث عند وصول المبيد للماء ؟ سؤال تسهل الإجابة عليه لغير المختصين . أما بالنسبة للعاملين فى مجال السمية البيئية ، فإنه يبدو فى منتهى التعقيد والصعوبة ، فعندما يصل المبيد للماء يصبح قابلًا للتوزيع خلال مكونات النظام الموجود فيه ، حيث يتأثر بالعمليات التى تؤدى لانتقاله وانهياره وتوزيعه . وبداية القول إن كمية المبيد المرشوش التى تصل لقمة النبات المستهدف لاتتعدى الـ ٦٠٪ من الكمية المستخدمة بالرش الجوى ، وهى نسبة لابأس بها ، ومن ثم يحدث تساقط بالرياح ، حيث وجدت نسبة ١٪ على بعد ٥٠ مترًا ، و٠,١٪ على بعد ١٧٥ مترًا من مكان الرش كما يتضح من الجدول (١ – ٤) .

جدول (١ – ٤) : إستقرار المبيدات المرشوشة جويا على النباتات* .

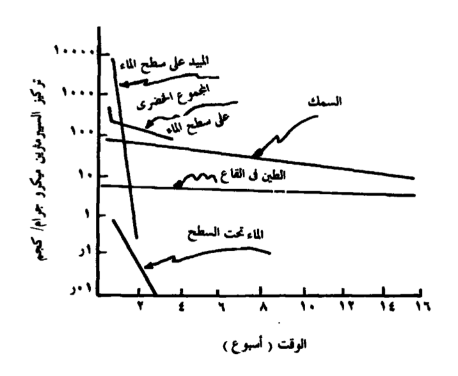
عكس الرياح		فى اتجاه الرياح	
البعد عن النباتات (متر)	تركيز المبيد (٪)	البعد عن النباتات (متر)	تركيز المبيد (٪)
–	٦١	١	٨
١	٢٨	٢	٥
٢	٣	٣	٤
٣	٠,٠٤	١٠	٣
١٠	٠,٠١	٢٠	٢
٣٠	٠,٠٠٢	٥٠	١
		١٠٠	٠,٤
		١٧٥	٠,١

* مأخوذة عن Kenneth E. Elgar عام ١٩٨٤ .

وعند الكلام عن توزيع المبيدات فى الماء لابد أن تؤخذ فى الاعتبار معدلات ذوبانها فى الماء ، والتى تختلف من مركب لآخر . وبعض المبيدات ، مثل : النوفاكرون ، يمتزج تمامًا مع الماء ، ولكن جميع المبيدات – وبدون استثناء – يجب أن تتحقق لها كفاءة ودرجة معينة من الذوبان فى الليبيدات ، حتى يمكنها النفاذ داخل أجسام الحيوانات والنباتات . ويتخذ معيار التوزيع بين الأوكتانول والماء كمعيار لتحديد مدى سلوك المبيد الكيميائى فى الوسط المائى . وهذا العامل فى غاية الأهمية ، خاصة مع المبيدات المجهزة على صورة محببات (حشرية – نيماتودية – فطرية .. إلخ) ، حيث يتحدد على أساسها معدل الانفراد فى الماء ، وبذلك تتحدد الكميات الحرة التى تؤثر على الآفات المستهدفة بعد فترة تلامس معينة فى الماء .

ومن التجارب الرائدة تلك التى أجراها Elgar ونشرت عام ١٩٨٤ ، حيث تم رش مبيد السيبرمثرين بتركيز عال على السطح المكشوف لإحدى البرك . ولقد اتضح توزيع المبيد خلال ١ - ٢٤ ساعة بعد المعاملة فى هذا النظام . ولقد وجدت أكبر كميةعلى سطح الماء (٢٤٠٠٠ ميكروجرام) ، وعلى سطح النباتات المائية (٦٠٠٠ - ١٣٠٠٠ ميكروجرام) ، بينما وجد فى مياه الأعماق ١,٤ ميكروجرام فقط بعد ٢٤ ساعة ، ولم تصل المبيدات لطين القاع والأسماك إلا بعد ٢٤ ساعة من المعاملة ، حيث وصلت إلى ٥,٢ ، ٥٠ ميكروجرام على التوالى .

ولدراسة أثر تلوث الماء على الأحياء التى تعيش فيها عوملت المياه العادية ومياه البرك بمبيد السيبرمثرين بمعدل ٥ ميكروجرام ، ثم وضعت فيها الأسماك وتركت لمدة ٧ أيام . ولقد أظهرت النتائج موت جميع الأسماك فى المياه العادية ، بينما لم تحدث وفيات فى حالة مياه البرك . وهذا الاختلاف يرجع للاختلاف فى معدل الذوبان فى هذين الوسطين ، لأن وجود المواد المعلقة فى الماء يقلل من الذوبان .والشكل (١ ــ ٥)يوضح مستوى انهيار السيبرمثرين فى الماء والكائنات الحية (الأسماك والنباتات) التى توجد فيها .



شكل (١ ــ ٥) : معدلات إنهيار السيبرمثرين وعلاقته بالوقت فى مياه ومكونات البرك .

ولتأكيد خطورة تلوث المياه بالمبيدات فى حوض وادى النيل وانعكاسه على تسمم الأسماك نكتفى بتناول الوضع الحالى فى بحيرة البرلس بمصر ، وكذلك فى قنوات الرى بمشروع الجزيرة وبحيرة للنوبة فى السودان ، بالإضافة إلى بعض الدراسات فى الولايات المتحدة الأمريكية .

(أ) فى بحيرة البرلس بمصر

يرجع الفضل فى هذا الموضوع إلى الدراسة التى أجريت بكلية الزراعة – جامعة الإسكندرية – عام ١٩٨٠ . ولقد سبق التأكيد على وجود خطر دائم من جراء استخدام الكيميائيات ذات النشاط البيولوجى ، خاصة على الكائنات الحية غير المستهدفة وعلى المدى الطويل . وهناك تأثيرات ترجع أساسًا لمخلفات المبيدات والمراحل التى تمر بها من وقت وصولها للبيئة . ومن هنا تضاربت الآراء حول مفهوم الأمان فى المبيدات وتجنب المشاكل الناجمة عنها . وهذا دعا الباحثون لمحاولة معرفة مدى تواجدها وتوزيعها وتأثيراتها البيئية الضارة ، حيث إنها ترتبط مباشرة بصحة الإنسان ، مما حتم ضرورة إيجاد الطرق والوسائل المتقدمة لقياس معامل الأمان الخاص بالسموم بوجه عام ، والمبيدات على وجه الخصوص . ومازالت المعلومات شديدة القصور فيما يتعلق بتأثيرات هذه المركبات على الإنسان والحيوان والنباتات .... إلخ . والسمية الحادة ترجع فى المقام الأول إلى الاستهتار ، أو عدم الفهم ، أو سوء التقدير ، أو سوء استخدام المبيدات . ولقد حدثت كوارث كبيرة من السموم العالية السمية ، مثل : الأندرين ، والديلدرين ، بينما تحدث السمية المزمنة من جراء التعرض لتركيزات بسيطة من المبيدات ، وهى غالبا غير متخصصة التأثير ، ومن الصعب التنبوء بحدوثها أو تقديرها ، وتحدث فى حالة المبيدات ذات الثبات العالى فى البيئة ، مثل المركبات الكلورينية .. وبالرغم من صغر التركيزات (فى حدود جزء فى المليون) ، إلا أن معظمها يحدث تأثيرات سامة على الإنسان وحيواناته المستأنسة ، وبعضها يحدث تأثيرات طفرية سرطانية ، ومن ثم يجب تقدير ضررها فى البيئة .

وعند مناقشة تأثير الملوثات المائية على صحة الإنسان ، هناك ثلاثة طرق للتعرض تجب الإشارة إليها : الأول يتمثل فى ملامسة الملوثات للجلد عند التطبيق والتداول . والثانى عن طريق الفم عند شرب المياه الملوثة . والثالث عن طريق أكل الأسماك وغيرها من الأحياء المائية الملوثة . فعند الاستحمام فى البحار والأنهار ، أو فى المنازل وغيرها يكون اللمس هو وسيلة التلوث ، ولو أنها لم تأخذ حظها من الدراسة ، فالبيرثرينات المصنعة تؤثر على الجلد ، وبتركيزات غاية فى الصغر ، علاوة على أنها تقاوم التحلل المائى . ومن حسن الطالع أنها بالتركيزات الموجودة لاتحدث هياجًا فى الجلد ، أو تسبب أضرارًا على الأغشية المخاطية .

ومن ناحية أخرى .. يوجد العديد من المبيدات المستخدمة فى البيئة ذات السمية العالية على الأسماك وغيرها من الأحياء البحرية ، مما يقلل من قيمة الاعتماد على هذه الكائنات كمصدر لغذاء الإنسان . وهناك ظاهرة تصاعد مستوى المادة السامة من كائن لآخر داخل السلسلة الغذائية الواحدة ، مما يشكل خطرًا على بعض الصناعات الهامة ، مثل : تعليب وتجهيز الأسماك ، ومزارع الدواجن ، وإنتاج الغذاء والصناعات الغذائية . وتوجد بعض البيانات عن الملوثات على المستوى الدولى ، ولكنها تفتقر إلى طبيعة ملوثات المياه السطحية ، ومياه الشرب ، والغذاء . وعلى المستوى المحلى يوجد القليل من الدراسات ، خاصة عن المبيدات الكلورينية . ومن المؤسف عدم وجود بيانات عن المبيدات التى تستخدم فى المجارى المائية لقتل الحشائش فى مصر .

ووجود الملوثات فى البيئة يثير العديد من التساؤلات ، منها :

١ - كيفية وصول الملوثات للبيئة .

٢ - كيفية تخليص البيئة منها ، ووسائل التأكد من ذلك .

٣ - كيفية وطريقة توزيع الملوثات فى البيئة ، ووسائل الانتقال من وسط لآخر .

٤ - مدى ثبات الملوثات ضد عوامل التحلل والانهيار .

٥ - ماهو سلوك الملوثات فى البيئة المائية ، خاصة فى حالات المبيدات العضوية ونواتج تمثيلها .

ولايجب إغفال المشاكل الناجمة عن التخلص من بقايا المبيدات فى الأنهار وغيرها من مصادر المياه . ويضاف إلى ذلك الصرف المستمر للمياه الملوثة بالمبيدات ، واستخدام المياه فى تخفيف المبيدات ، وكذلك انتقال المبيدات من الهواء (الانتشار عند التطبيق).، ووصولها إلى مصادر المياه ، وكذلك الناجمة عن تطاير المبيدات من على سطح التربة . وهناك العديد من البيانات التى تؤكد وجود تركيزات بسيطة من المبيدات الكلورينية فى الهواء والمطر والأتربة والضباب .

وتمثل بحيرة البرلس أكبر ثانى بحيرة فى وادى النيل ، حيث تقع فى شمال الوادى بين فرعى رشيد ودمياط بامتداد ٦٠ كيلو مترًا . وتغطى مساحة ٥٤٦ كم٢ ، وتستقبل البحيرة مياهها من البحر عن طريق البوغاز ومياه نقية تصل من خلال ستة مصارف وقناة واحدة ، كلها تصب فى الشاطىء الجنوبى من البحيرة . وتجدر الإشارة إلى أن قاع البحيرة فى منطقة البوغاز رملى مع مواد سلتية ، بينما الجزء الجنوبى يسود فيه الطين . والبحيرة ضحلة ، ويختلف العمق سنويًا من ٤٢٠ - ٢٠٧ سم ، ووسط البحيرة أكثر الأماكن عمقًا ، ويقل العمق كلما اتجهنا على حواف البحيرة . وتأتى الأسماك للبحيرة من البحر والمياه العذبة . ويسود البلطى والبورى وغيرها .

ولقد تم تقييم مستوى التلوث فى بحيرة البرلس نتيجة لتراكم متبقيات ١٥ مبيدًا كلورينيًا حشريًا معمرًا من بينها خمسة نظائر لسادس كلورور البنزين ، وستة نظائر للـ د . د . ت وهبتاكلور وألدرين وديلدرين والأروكلور . ولقد ثبت وجود مخلفات من معظم هذه المبيدات فى الماء والقاع والسمك ، وتم تقدير معامل التركيز بين السمك : الماء والرواسب : الماء بقرابة ٣٠٠٠ ضعف . وثبت تفوق مستوى سادس كلورور البنزين على الـ د . د . ت فى الماء بخمسة أضعاف ، بينما سادت متبقيات د . د . ت على سادس كلورور البنزين بضعفين فى الرواسب . ولقد تأكد عدم وجود مخلفات الباراكلوروبنزين بأى قدر محسوس . وكان تركيز المتبقيات التى تم تقديرها فى السمك جزءًا من القدر المسموح به (٥٠٠٠٠ ميكروجرام / كجم / وزن / وزن) حسب مواصفات وكالة الأغذية والعقاقير الأمريكية .

وعليه .. لايمكن القول بتضاؤل خطورتها حاليًا بالنسبة للمستهلك ، أو أن يؤخذ ذلك كمؤشر على أمان تركيزها الحالى فى بحيرة البرلس ، لذلك يجب تجنب استخدام تلك المركبات كلما أمكن ذلك . ومن هنا تتضح ضرورة اللجوء لاستخدام أساليب المكافحة المتكاملة مع تشجيع وتطوير الأبحاث المهتمة باستخدام مبيدات أشد فعالية ، وأدق تخصصًا ، وأضعف تأثيرًا ، وأكثر أمانًا

للكائنات غير المستهدفة . كما يوصى بالاهتمام بطرق إزالة الملوثات وإعادة استخدام المياه المستعملة كلما أمكن ذلك . وفى دراسة لاحقة اتضح عدم وجود خلافات واضحة أو جوهرية بين معدل تلوث المياه والقاع والسمك فى الأماكن المختلفة من البحيرة . ولقد اختلفت حساسية الأسماك التابعة للأنواع المختلفة للمبيدات المختبرة ، خاصة التى تستخدم لمكافحة الحشائش ، مثل : الأمترين ، ومكافحة الطحالب ، مثل : الكوينواميد ، والمبيدات الحشرية ، خاصة البيرثرينات المصنعة .

ومن حسن الطالع أن الدراسات أوضحت أن معظم المبيدات تتركز فى أحشاء السمك الذى لايؤكل فى مصر . وتصبح مشكلة أكل السمك الملوث بالمبيدات أكثر حدة فى البلاد التى تأكل الأسماك بما فيها الأحشاء . وخطورة تسمم السمك تثير الاهتمام فى مصر الآن بعد التوسع فى إنشاء المزارع السمكية ، مما يستدعى وجود جهاز متخصص فى تقدير مدى تلوث المجارى المائية والترع والقنوات والمصارف فى مصر ، وكذلك ضرورة وضع وسَنّ القوانين التى تحرم صيد الأسماك بالمبيدات السامة .

(ب) فى جمهورية السودان

هذه الدراسة أعدتها محطة « بحوث الجزيرة – بواد مدنى » ، والتى أشارت إلى أن المساحات التى تزرع بالقطن فى وسط السودان تعتبر المصدر الرئيسى للزيادة فى استخدام مبيدات الآفات . ولقد وصل استهلاك المبيدات فى مشروع الجزيرة فقط ٢٥٠٠ طن من المواد الفعالة ، ومعظمها مبيدات حشرية ، مثل : الـ د.د.ت ، والأندوسلفان ، والتوكسافين ، والدايمثويت ، والنوفاكرون . ومن ضمن التأثيرات المختلفة على مكونات البيئة تأتى التأثيرات غير المرغوبة على الأحياء المائية التى تعيش فى المياه العذبة . ومن الثابت شدة حساسية الأسماك للمبيدات ، وتتميز بحدوث تجمع عال للكيميائيات ، بالمقارنة بالتركيزات الموجودة فى الماء . ولقد وصل معامل التجمع لمركب الـ د.د.ت إلى حوالى ٢٥٠٠ – ٣٠٠٠ مرة . ومن الثابت كذلك شدة الضرر التى تحدث للسمك من جراء التعرض للكيميائيات الغريبة ، مما يؤثر على إنتاجية الأسماك .

وتقع قنوات الرى الأساسية فى مشروع الجزيرة ، والتى تمتد بطول ٦٠٠٠ كيلو متر تحت نطاق التلوث بالمبيدات من خلال الرش الجوى لمكافحة آفات القطن ، كما أن فروع نهر النيل تجرى بمحاذاة الأرض الزراعية من الشرق إلى الغرب ، حتى الخرطوم ، حيث يلتقى النيلان الأبيض والأزرق ، وبعد ذلك تمتد بحيرة النوبة أو بحيرة ناصر . ولقد تكونت هذه البحيرة بعد إنشاء السد العالى فى أسوان وتمتد لمسافة ٤١٦٠ كيلو متر فى جنوب أسوان من بينها ١٨٠ كيلومتر داخل حدود السودان . ولقد طورت هذه البحيرة كمزرعة سمكية هائلة تنتج سنويًا حوالى ٢٠,٠٠٠ طن . وهناك مصادر أخرى لتلوث هذه البحيرة بالمبيدات ، حيث تلقى فيها مخلفات المبيدات من الوادى وعلى ضفاف النيل نتيجة لترسيب الطمى والمواد المعلقة الأخرى والمحملة بالمبيدات كذلك . ومن هذا يتضح أن القنوات فى الجزيرة ، وكذلك بحيرة ناصر ، من أكثر مناطق التلوث بالمبيدات فى السوادن .

وفيما يلى عرض سريع لمظاهر تلوث المياه بالمبيدات ، وانعكاس ذلك على الأسماك :

١ - قنوات الرى فى مشروع الجزيرة

من المشاهد المألوفة أثناء رش القطن أن نرى الأسماك الميتة طافية على سطح الماء . وتزداد نسبة الموت فى فترات استخدام الأندرين ، والأندوسلفان ، والتوكسافين . وحالات التسمم الحاد للأسماك تحدث عند الرش العرضى فوق القنوات ، أو عند غسيل عبوات المبيدات الفارغة فى القنوات ، ولتقدير مستوى التلوث فى غير أوقات الرش كانت تؤخذ عينات من ألاسماك وتحلل كيميائيا للكشف عن مخلفات المبيدات الكلورينية باستخدام أجهزة الكروماتوجرافى الغازى . ولقد ثبت من التحليل وجود مخلفات عالية من الـ د. د. ت ومشتقاته بدرجات متفاوتة فى ألانواع المختلفة من السمك . ولقد تراوحت المخلفات الكلية من ٠,٢٧ إلى ١٦ ملليجرام/كجم سمك .

٢ - بحيرة النوبـة

تم أخذ ٢٩ عينة سمك تتبع سبعة أنواع ذات أهمية اقتصادية من وادى حلفا على بحيرة ناصر ، وأخذت من كل عينة عضلات وكبد السمك للتحليل بالكروماتوجرافى الغازى فى المعمل . ولقد أوضحت النتائج أنه بين ٥٨ عينة وجدت عشر عينات فقط تحتوى على كميات كبيرة من مخلفات المبيدات . وتفاوت وجود المخلفات فى العضلات والكبد على حسب نوع السمك ، ولكن التركيز كان قليلًا جدًّا ، حيث تراوح من ٢ إلى ١٨٤ ميكروجرام/كجم . ونتيجة للتوسع المذهل فى استخدام المبيدات ذات الثبات العالى فى وسط السودان ، فإن احتمالات تزايد درجة التلوث فى الأسماك كبيرة للغاية ، مما يشكل خطورة على صحة إنسان وادى النيل ، وكذلك على خطط تصنيع الأسماك فى المنطقة .

(جـ) الولايات المتحدة الأمريكية

ومن أحدث الدراسات عن سمية البيرثرينات المصنعة على الأسماك واللافقاريات المائية تلك الدراسة التى أجراها « المركز الطبى بجامعة « كانساس » - بالولايات المتحدة الأمريكية » . ولقد تأكد أن المخلفات فى الأسماك تتراوح بين أجزاء فى المليون (ميكروجرام/ لتر) إلى أجزاء فى البليون نانوجرام/لتر) ، لذلك يبدو من الضرورى تطوير طرق تقدير المخلفات بما يحقق الكشف عن هذه الآثار البسيطة فى الكائنات المائية . وتتفاوت السمية الحادة تبعًا لنوع المبيد ونوع الأحياء المائية ، حيث ثبت أن مبيدى السيبرمثرين والفينفاليرات أكثر سمية على الأسماك والقشريات من مركب البيرثرين . ولقد استنتج أن مركبات البيرثرويدز المحتوية على مجموعة سيانو أكثر سمية من تلك التى لاتحتوى عليها . ولقد فسر ذلك على أساس أن هذه المجموعة تقلل من معدل انهيار المركب نتيجة لتفاعلات التحلل المائى بالإنزيمات ، وكذلك الأكسدة . ومن أخطر ما أسفرت عنه الدراسة أن مستحضرات البيرثرينات المصنعة أكثر خطورة من المركبات النقية ، وقد تصل الزيادة فى السمية بينهما إلى عشرة أمثال ، كما يتضح من جدول (١- ٥) .

جدول (١ – ٥) السمية النسبية لبعض البيرثرينات المصنعة على الأسماك والأحياء المائية .

نوع السمك والأحياء المائية	نوع المركب	التركيزات النصفية القاتلة (ميكروجرام/لتر) بعد ٩٦ ساعة
السالمون	بيرثرين	١٢
	سيبرمثرين	٢
	فيتقاليرات	١,٢
اللوبستر	بيرثرين	٠,٧٣
	سيبرمثرين	٠,٠٤
	فينفاليرات	٠,١٤
الجمبرى	بيرثرين	٠,١٣
	سيبرمثرين	٠,٠١
	فينفاليرات	٠,٠٤

جدول (١ – ٦) : المقارنة بين سمية المبيدات النقية والمستحضرات التجارية على الأسماك .

المركبات البيرثرويدية	التركيزات النصفية القاتلة	(ميكروجرام/لتر)
	مركبات نقية	مستحضرات
بيرثرين	١٣٥	٦١
سيبرمثرين	٥٥	١١
فينفاليرات	٧٦	٢١
فينبروباثرين	٨,٦	٦,٧

ومن المؤسف أن الدراسة لم تتوصل لمعرفة مكونات المستحضرات ، حتى يمكن الربط بين إحداها وبين زيادة السمية على الأسماك .

ومن المعروف أن العوامل البيئية ، خاصة الحرارة ، تؤثر تأثيرًا كبيرًا على سمية البيرثرينات المصنعة على الأسماك . ولقد وجدت علاقة عكسية بين درجة الحرارة والسمية على الأسماك ، وكذلك على الحشرات ، ومن ثم يجب أخذ عامل الحرارة فى الاعتبار عند دراسة سمية البيرثرينات على الأحياء

المائية ، خاصة فى المناطق الباردة . وكمثال .. كانت سمية أحد البيرثرينات على السمك ٠,٦٢ ميكروجرام / لتر على درجة ٥°م ، ووصلت إلى ٦,٤٣ ميكروجرام / لتر على درجة ٢٥°م . ولقد وجد أن التركيزات غير القاتلة من المبيدات تؤثر على نشاط السمك من حيث القدرة على العوم والتنفس ، والأسباب غير مفهومة حتى الآن ، وإن كان يجب عدم تجاهلها . ولقد ثبت حدوث ادمصاص للبيرثرينات على سطوح الدافنيا مما يسبب موت هذه الكائنات الدقيقة .

ولقد ثبت من الدراسات الميدانية وجود البيرثرينات وتأثيرها على اللافقاريات التى تعيش فى المياه . ولقد ثبتت شدة الضرر التى تحدث لها من جراء التعرض للبيرثرينات ، كما فى يرقات الحشرات والقشريات . وفى بعض الحالات حدث توازن للتعداد بعد أسابيع قليلة أو شهور قليلة من التعرض للسموم . وفى بعض الحالات الأخرى لم يحدث هذا التوازن فى التعداد خلال الموسم الذى تعرضت فيه خاصة إذا تكررت مرات التعريض . وقتل أو تقليل يرقات الحشرات والقشريات لابد أن يؤثر على تعداد الأسماك التى تتغذى عليها نتيجة للتأثير الضار على معدل التكاثر فى الأسماك ، ولو بصفة مؤقتة . وبالرغم من أن البيرثرينات المصنعة تدخل فى أجسام الأسماك وغيرها من الكائنات المائية ، إلا أنها تمثل وتخرج خارج الجسم فى فترة وجيزة ، حيث وجد أن نصف فترة الحياة لمبيد الفينفاليرات حوالى ٥ أيام فى بعض الأسماك .

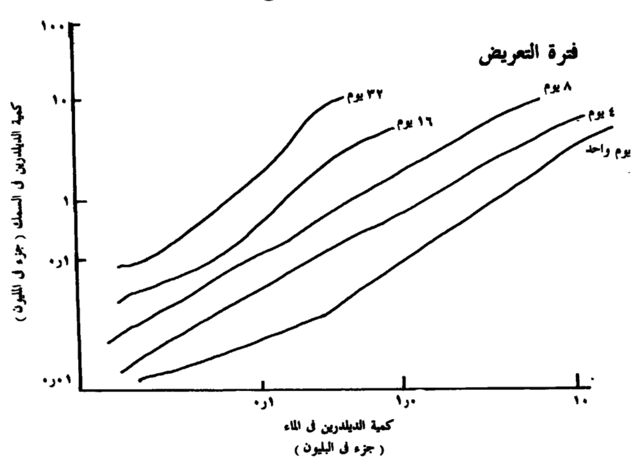
ومن أخطر الدراسات التى أجريت فى كندا ما ثبت أن البيرثرينات المدمصة على الرواسب العالقة فى الماء وفى قاع البحار يحدث لها انفراد ، ومن ثم تجد طريقها إلى السمك والأحياء المائية الأخرى .

(د) مخلفات المبيدات فى الأسماك ، وظاهرة المقاومة

وهناك العديد من الدراسات عن مخلفات المبيدات الحشرية الكلورينية فى الأسماك ، كما هو مبين فى الجداول التالية . ومن النادر أن تزيد كميات المخلفات عن أجزاء قليلة فى المليون ، وإذا زادت عن ذلك يكون السبب هو صيد السمك بعد فترة قصيرة من وصول تركيزات عالية من المبيدات الحشرية إلى الماء من الرش الجوى ، أو من الأرض المحيطة . ومن أكثر المبيدات شيوعًا فى السمك : مركب الـ د.د.ت ، والديلدرين ، وسادس كلورورالبنزين ، والكلوردين ، والهبتاكلور ، والأندرين ، والكامفيكلور فى المياه بالولايات المتحدة الأمريكية . ولقد اختلف الوضع فى بريطانيا والدول الأخرى .. ويحتوى الجدول (١ــ٧) على مخلفات المبيدات الكلورينية فى الأسماك التى تعيش فى المياه العذبة . وتختلف كميات المبيدات فى السمك باختلاف المواسم ، حيث تزيد الكميات فى الربيع وأوائل الصيف عندما يكون الرش الزراعى فى الذروة . وهناك بعض الأدلة على أن مخلفات المبيدات الكلورينية التى تتجمع فى السمك تتأثر بمحتوى الليبيدات فى السمك . وكلما زاد هذا المحتوى ، قلت حساسية الأسماك للمبيدات ، وكذلك كلما زاد حجم السمك ، زادت كمية مخلفات المبيدات . ولقد اتضح وجود المركبات على صورتها الأصلية بدرجة أكبر من الممثلات المناظرة لها .

ولقد أثبتت الدراسات فى هذا المجال أن خياشيم الأسماك تعتبر الطريق الرئيسى لدخول المبيدات الكلورينية إلى الأنسجة . ولو كان انتقال هذه المبيدات من الماء إلى الجسم يتم عن طريق الانتشار السلبى ، لانتفت علاقة التركيز داخل الجسم بالسمك . ولو كانت المبيدات تدخل مع الغذاء ، لاحتوى السمك الكبير على مخلفات عالية . ولقد وصلت كميات الـ د . د . ت المأخوذة مع الغذاء عشرة أمثال المأخوذة من الماء . ولقد تضاربت الأقوال فى هذا الخصوص من حيث أيهما أكثر أهمية الدخول المباشر من الماء أو مع الغذاء . ولقد اتفق على أنه فى حالة وجود المبيدات لمدة قصيرة فى الماء ، فإن الكميات التى تدمص على سطح الطحالب أو الكائنات الأخرى التى يتغذى عليها السمك أكثر أهمية كمصدر للمخلفات فى السمك . ولقد وجدت مخلفات بكميات بسيطة فى أنسجة سمك البحار ، بالمقارنة مع سمك المياه العذبة ، لذلك فإن السمك الذى يهاجر من المياه العذبة للبحار يحتوى على مخلفات بدرجة أكبر مما هو موجود فى أسماك البحار .

ولقد تحصل الباحثان كادويك وبروكسين عام (١٩٦٩) على نتائج تبين تركيزات مبيد الديلدرين التى انتقلت من الماء إلى السمك كما هو موضح فى شكل (١ – ٦) .



شكل (١ – ٦) : العلاقة بين كمية الديليدرين فى الماء والسمك الذى يعيش فيها .

وتشترك المبيدات فى سميتها على الأسماك تبعًا لنوع المبيد ، وكذا نوع السمك ، والماء ، وطول فترة التعريض . وقد يكون الضرر مباشراً على الأسماك أو غير مباشر ، ونفس الحال بالنسبة للكائنات

الأخرى التى تعيش فى الماء ، وتعتبر كمصادر لتغذية الأسماك ، مثل البلانكتون وغيرها التى تمتص كميات كبيرة من المبيدات ، ومن ثم يتسمم السمك الذى يتغذى عليها . ولقد ثبت أن مقاومة السمك للأمراض ، وكذا معدلات التغذية تقل نتيجة لتلوثه بالتركيزات غير السامة من المبيدات . ولقد سجل العديد من الحالات التى فشل فيها التكاثر من جراء التعرض للسموم . وبعض المبيدات تحدث زيادة فى سمك أغشية الخياشيم ، مما يستتبعه نقص فى التنظيم الإسموزى ، وانخفاض فى الكرات الدموية ، وتحطيم المخ ، ومن ثم ينقص وزن الجسم . وبالإضافة لهذه الأعراض سجلت حالات نقص فى الحركة والنمو ، وفقد المقدرة على التأقلم مع الحرارة ، بينما زاد معدل التنفس ، ونقص معدل فقس البيض . ويجب ألا يغفل الضرر الكبير من جراء تغذية الإنسان للأسماك الملوثة بالمبيدات ، فلو أن مخلفات المبيدات فى السمك عالية ، فمن المحتمل أن تتجمع فى جسم الإنسان وتصل إلى مستويات خطيرة . وفى البلاد التى بها قيود كبيرة وصارمة عن المخلفات والحدود المسموح بتواجدها وتداولها فى الأسماك ، فإنه لايسمح باستعمال الأسماك الملوثة للغذاء الأدمى . وتختلف أنواع الأسماك اختلافًا كبيرًا فى حساسيتها للمبيدات الحشرية الكلورينية ، وفى مقدرتها على تخزين المخلفات فى الأنسجة . ومن المؤكد أن معظم الأنواع تقتل بواسطة العديد من الكيميائيات . وفى الولايات المتحدة الأمريكية سجلت حالات قتل بلغت ١٤٤ مليون سمكة من جراء حدوث ٤٢٠٠ حادثة تسمم بالمبيدات فى المياه الموجودة بها الأسماك .

ومن الأمور الصعبة وضع قوائم عن سمية المبيدات للأسماك ، لأن هناك العديد من الاختلافات فى الحساسية تبعًا للاختلافات بين الأنواع ، والحجم ، والجنس ، والعمر ، ودرجة الحرارة ، ووقت التعرض ، وغيرها من العوامل الأخرى . وحتى عند توحيد الظروف الخاصة بالاختبارات المعملية ، فإن النتائج المتحصل عليها لاتتفق – فى كثير من الأحيان – مع التأثيرات التى تحدث فى البيئات الطبيعية .... ويوضح الجدول (١ – ٧) الحدود السامة لبعض المبيدات الكلورينية فى الأسماك .

جدول (١ – ٧) : مخلفات المبيدات الكلورينية فى الأسماك* .

مصدر السمك	كمية المبيدات (جزء فى المليون)		
	د . د . ت	ديلدرين	هبتاكلور ، وناتج أكسدته
عينة أولى	٠,٤٨٨	٠,٠٦٠	٠,٠٨٧
عينة ثانية	٠,٥٠٤	٠,٠٨٥	٠,١٩٨
عينة ثالثة	–	–	٠,٣١٢
عينة رابعة	٠,٠١٦	–	٠,٠٣١

* جدول مأخوذ عن العالم كول وآخرين عام ١٩٦٧ .

وفى كندا جمعت أربع عينات من الأسماك من السوق المحلى لإحدى المدن ، وقدرت مخلفات المبيدات الكلورينية .

وقد يكتسب السمك صفة المقاومة لفعل المبيدات الكلورينية الحشرية ، ومن ثم يحتوى على كميات كبيرة من المخلفات فى الأنسجة ، دون أن تظهر عليه أية أعراض أو مظاهر مرضية . وعلى سبيل المثال .. وجدت كميات من الأندرين فى سمك الجامبوزيا وصلت حتى ٢١٤ جزء فى المليون ، وسجلت أفراد من السمك تحتوى على ٢٥٠٠ جزء فى المليون د. د. د فى إحدى البحيرات الصافية بولاية كاليفورنيا . وفى المناطق التى تستخدم فيها المبيدات لمكافحة الآفات الزراعية بكثرة تكونت سلالات مقاومة من الأسماك لفعل حوالى ٢٠ مبيدًا ، ووصلت درجات المقاومة إلى أكثر من ٢٠٠٠ ضعف الأسماك الحساسة من نفس النوع . وميكانيكية المقاومة فى السمك غير معروفة بالضبط ، ولكنها قد ترجع إلى التغير فى النفاذية لمواضع التأثير ، أو على سطوح التنفس ، أو لزيادة محتوى الدهون ، أو تغير فى الإخراج ، أو فى الإنزيمات الهادمة ، أو فى مسارات التمثيل .

وتمثل مخلفات المبيدات فى مياه الشرب ، خاصة فى الدول الفقيرة ، مشكلة كبيرة ، حيث لاتوجد قيود أو حدود للكميات التى يسمح بتواجدها ، لدرجة أنه لايوجد ضمن اختبارات الجودة الخاصة بالمياه مايتضمن الكشف عن بقايا المبيدات (الأصلية أو نواتج تمثيلها وتكسيرها) . ومن المؤكد أن وجود المبيدات فى مياه الشرب له علاقة مباشرة بكثير من الحالات المرضية فى الإنسان ، خاصة الأطفال .. ويوضح جدول (١ – ٨) الحدود المسموح بتواجدها فى مياه الشرب فى الأنواع المختلفة من المبيدات بالنانوجرام لكل لتر * .

جدول (١ ــ ٨) : الحدود المسموح بتواجدها من مخلفات المبيدات فى مياه الشرب .

المبيد	الكمية المسموح بتواجدها	المبيد	الكمية المسموح بتواجدها
ألدرين	١٧ نانوجرام/لتر	هبتاكلور أيبوكسيد	١٨ نانوجرام/لتر
كلوردين	٣	لندين	٥٦
د. د. ت	٤٢	ميثوكسى كلور	٣٥
ديلدرين	١٧	المبيدات الفوسفورية والكاربامات	١٠٠
أندرين	١	التوكسافين	٥
هبتاكلور	١٨	٢,٤ – د ، ٢,٤,٥ – ت	١٠٠

* مأخوذ عن Nicholson عام ١٩٦٩ .

الفصـل الثانـى

بعض مظاهر
سلوك المبيدات فى التربة

أولاً : مقدمة
ثانياً : كيفية وصول المبيدات للتربة الزراعية
ثالثاً : سلوك المبيدات فى التربة ومصيرها
رابعاً : تأثير مبيدات التربة على الكائنات الدقيقة .

الفصل الثانى

بعض مظاهر
سلوك المبيدات فى التربة

أولًا : مقدمـــة

لايميل عالم التكنولوجيا إلى التصورات التاريخية ، ولكنه يتساءل دائمًا عن النتائج ، ومدى التقدم الذى ينجزه الإنسان ، فما هو جديد الآن قد يصبح شيئًا روتينيًّا غدًا ، وحياتنا تمر بتحديات يومية ، رضينا أم كرهنا ، معتمدة على أين وكيف نقف . وكلما تقدمت التكنولوجيا ، زادت الحاجة لدراسة أثر هذا التقدم على البيئة التى يعيش فيها الإنسان بما فيها من تربة وماء وهواء ، وكذلك الكائنات الحية من حيوان ونبات .

والتربة هى الوسط الذى يوجد به النبات ، وهى تعتبر أحد مكونات البيئة المحيطة به ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، والضوء .. إلخ ، وهى عوامل تؤثر بطريقة أو بأخرى على هذا النبات . والتربة عرضة للتلوث بالسموم ، وخاصة المبيدات الحشرية والفطرية ، علاوة على مبيدات الحشائش التى تصل إليها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة . وقد تؤدى هذه المواد إلى فقدان التربة لخواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية ، ومن ثم تصبح غير قابلة للزراعة العادية ، ولذلك وجه كثير من الاهتمام لدراسة تلوث التربة على المدى القريب والبعيد بواسطة عدد كبير جدًّا من الباحثين فى مجال مبيدات الآفات ، حيث تناولوا أثر المبيدات عمومًا على كل مايتعلق بالتربة ، وكذلك أثر هذه التربة من جهة أخرى على سلوك هذه المبيدات .

وسيقتصر هذا الجزء على سلوك ومصير المبيدات فى التربة الزراعية ، وأثرها على هذه التربة ، وتأثير التربة على كفاءة وفعالية هذه المبيدات فى مجال مكافحة الآفات .

ومن المعلوم أن التربة تعامل بالمبيدات إما للقضاء على الآفات الضارة التى تسكنها والتى تؤثر بصورة مباشرة على نمو النبات وإنتاجيته ، مما يستدعى إضافة المبيدات السامة بصورة مناسبة للقضاء على الآفات وحماية البذور المزروعة أو المجموع الجذرى للنباتات القائمة من مهاجمة هذه الآفات

(حشرات – فطريات – نيماتودا – أكاروسات وغيرها) . والعبرة ليست بمعاملة التربة ، ولكن بمدى وصول المبيد للهدف ، حيث يتأثر ذلك بالعديد من العوامل المتشابكة والمعقدة ، بعضها يتعلق بالمبيد نفسه (الخواص الطبيعية والكيميائية .. وغيرها) ، وبعضها يتعلق بالتربة وما بها من نباتات (قوام التربة ، وتركيبها الطبيعي والكيميائي .. ومحتواها البيولوجي ، ودرجة الرطوبة ، والحرارة ، ونوعية وكثافة الكائنات الدقيقة ، وطريقة الري وغيرها من العوامل الأخرى) .. وسنتناول هذا الموضوع بإيجاز في النقاط التالية :

ثانيًا : كيفية وصول المبيدات للتربة الزراعية

يمكن القول بصفة عامة إن المبيدات تصل إلى التربة الزراعية بطريق مباشر أو غير مباشر . ويعنى الطريق الأول معاملة التربة نفسها في حالة مكافحة آفة ضارة تعيش في التربة ، أو بغرض حماية المجموع الخضري للنبات بمعاملتها بمبيدات ذات خواص معينة (الجهازية) . والطريق غير المباشر ، وهو مايعبر عنه بتلوث التربة Contamination ، نتيجة للرش المتكرر أو غيره من طريق المعاملة الخاصة بمكافحة الآفات الضارة التي تصيب النباتات (الرش على المجموع الخضري) ، وما يستتبع ذلك من حدوث تساقط لقطرات المبيدات ووصولها إلى التربة . ومن الأفضل أن نشير – بشيء من التفصيل – إلى كل طريق على حدة .

١ – الطرق المباشرة — Direct methods

رش التربة — Soil spraying

وهي من أكثر الطرق شيوعًا ، وخاصة مع مبيدات الحشائش . وتمتاز بأنها تحقق توزيعًا متجانساً للمبيد على سطح التربة المرشوشة . ويمكن التحكم في فعاليتها عن طريق آلات الرش المستخدمة . ويكون المبيد على صورة مستحلب أو معلق دائم في الماء . وقد تستخدم الرشاشة العادية ذات البشبوري الواحد ، أو ذات الستة بشابير ، أو موتورات خاصة للرش الموجه . وتجب مراعاة الدقة التامة ، حتى لايحدث تركيز للمبيد في أي منطقة من التربة المعاملة ، وخاصة مع مركبات اليوريا ، وعلى سبيل المثال .. مبيد الحشائش (الكوتوران) التي تضر بالمحاصيل المتعاقبة للقطن ، مثل القمح ، وكذلك تضر بتركيب التربة .

تعفير التربة — Dusting

تشير الدراسات السابقة إلى إمكانية استخدام المساحيق لتعقيم ومعاملة التربة ، وخاصة مع مبيدات الحشائش . وفي جميع الحالات يفضل الرش .

تدخين التربة — Soil Fumigation

تستخدم فيها مواد عضوية قابلة للتطاير . ويتوقف نجاح هذه العملية على اعتبارات كثيرة ، أهمها : حجم حبيبات التربة ، ودرجة حرارة ورطوبة التربة . وقد سبق تناول هذا الموضوع في الفصل الخاص بطرق استخدام المبيدات . ومن أهم المواد المستخدمة : الكلوروبكرين ، وثاني

كبريتور الكربون ، ومخلوط الـ د.د.ت وثانى كلورور الإيثلين ، وبرومور الميثايل . وقد تعامل التربة بمواد غير عضوية ، ومعظمها أعطى نتائج سلبية فى مجال مكافحة الفطريات ، وإن كان بعضها قد استعمل بنجاح ، مثل : الكبريت ، والمواد الجيرية ، والنحاس ، والزئبق . ولقد أصبح لهذه الطريقة أهمية خاصة فى مصر وغيرها من بلدان العالم التى اتجهت للزراعات المحمية فى الصوبات الزجاجية والبلاستيكية ، حيث تمثل آفات التربة مشكلة كبيرة ، خاصة النيماتودا .

طريقة المعاملة بالمستحلبات أو طريقة الفنجان Cup technique

المبيد فى صورة مركز قابل للاستحلاب Emulsifiable cancentrate (EC) عن طريق عمل حفرة صغيرة بجوار البادرة (عمر ١٥ يومًا) وينقل المبيد إلى الحفرة بواسطة الفنجان ، ومن هنا كانت التسمية . ويقلب المحلول ويغطى بالتراب ، ثم تجرى عملية الرى ، وهى طريقة غير مستحبة وغير شائعة ، نظرًا لخطورتها الناتجة من الاستنشاق وإحداث التسمم للقائم بالعملية .

المعاملة الجانبية Side treatment

وفيها يستخدم المبيد فى صورة حبيبية Granular ، أى محملًا على المادة الحاملة الحبيبية ، وممسوكًا عليها بقوة الادمصاص والجذب السطحى ، بالإضافة للمواد اللاصقة . وتتم المعاملة بعمل حفرة صغيرة بجورا البادرة (عمر ١٥ يومًا) بواسطة مضرب الزراعة أو الفأس الصغير ، وتوضع باليد الأخرى الكمية المحسوبة من المبيد المحبب ، ثم تردم بالتراب ، وتروى . وغالبًا ما تكون هذه المبيدات من النوع الجهازى .

المعاملة عند وقت الزراعة At planting time

ويكون المبيد عادة من النوع المحبب وفيها يوضع المبيد فى نفس الجورة عند الزراعة فوق أو تحت البذور ، ثم يردم بالتراب ، وتجرى عملية الرى بعد ذلك . وقد تجرى فى حالة مبيدات الحشائش ، وذلك بإتمام عملية الزراعة ، وفى نفس اليوم تجرى عملية الرش بالمبيد القابل للبلل أو بالمستحلب .. إلخ . لتكوين فيلم على سطح التربة موزع بانتظام وتجانس ، ثم تجرى عملية الرى فى نفس اليوم أو بعد ذلك .

الرش الموجه Direct spray

ويقصد به المعاملة المباشرة للتربة ، وتجرى بعد تمام عملية الإنبات ، وعندما تتم الحشائش الضارة طورًا معينًا من أطوار نموها ، حيث تستخدم أوان خاصة مخروطية الشكل يتم بواسطتها توجيه محلول المبيد إلى التربة بين الجور ، دون ملامسة النباتات القائمة لتفادى حدوث التشوهات والأثر الضار عليها . وقد يضاف المبيد من خلال التنقيط من فتحة معينة فى العبوة ينزل منها المبيد على الماء الداخل للحقل بغرض الرى . وتحتاج هذه الطريقة لخبرة كبيرة ، وقد يضاف المبيد خلطًا مع السماد .

٢ – الطرق غير المباشرة Indirect methods

وفيها لايكون القصد معاملة التربة ، وإنما يحدث لها تلوث عرضى من جراء الطرق التالية منفردة أو مجتمعة فى نفس الوقت ، أو بالتتابع القريب أو البعيد .

تساقط المبيد Dripping

عند رش المجموع الخضرى بمحلول المبيد بواسطة الطائرات أو الوسائل الأرضية ، فإن كمية كبيرة من محلول الرش تتساقط على سطح التربة (٢٠ – ٥٠ ٪) ، مما يؤدى إلى تلوث التربة . وقد يحدث نفس الشيء عند إجراء عملية التعفير ، حيث يحدث تساقط لضباب مسحوق المبيد ، ويصل جزء منه إلى التربة . وللأسف الشديد لاتوجد حتى الآن طريقة للمعاملة لاتؤدى إلى تلوث التربة .

تقليب مخلفات النباتات الملوثة بالمبيدات فى التربة

وذلك بعد الحصاد بغرض التسميد ، وهى عادة متبعة فى كثير من البلدان الزراعية ، خاصة مع المحاصيل البقولية ، كالبرسيم وخلافه ، ويلجأ إليها كثير من الزراع ، نظرًا لرخصها وفائدتها ، ولكنها فى المقابل تؤدى إلى تلوث التربة ، وخاصة إذا كانت الفترة بين معاملة هذه النباتات وبين عملية التقليب فى التربة قصيرة ، وبالتالى غير كافية لتحلل وانهيار المبيد الموجود فيها . وتزداد حدة هذه المشكلة مع المبيدات الثابتة ، مثل الكلورينية .

زراعة تقاو سبق معاملتها بالمبيدات

وذلك بغرض حمايتها من آفات التربة وتحسين الإنبات . وهى تؤدى إلى تلوث التربة . وتعامل التقاوى بغمرها فى محلول المبيد المناسب ، وتتبع هذه الطريقة فى معاملة البذور والدرنات والأبصال ، وذلك بوضعها فى أكياس خاصة ، ثم غمرها حتى تبتل التقاوى جيدًا . ويستعمل لهذا الغرض مركبات الزئبق ، والنحاس ، والمبيدات الفطرية العضوية ، مثل : الأراسان ، والسيمسان . وقد تكون معاملة التقاوى بمطهرات على صورة مساحيق تمزج أو تقلب جيدًا مع التقاوى داخل أوعية مقفلة ، مثل البراميل الكبيرة ، وتقلب جيدًا ، بحيث تلتصق هذه المساحيق بصورة متجانسة على الأسطح الخارجية للتقاوى ، وتقتل بذلك الجراثيم العالقة بها من الخارج ، كما أنها تطهر التربة حول البذور عند الزراعة . وقد تحضر معلقات سميكة من هذه المطهرات وتخلط جيدًا بالتقاوى .

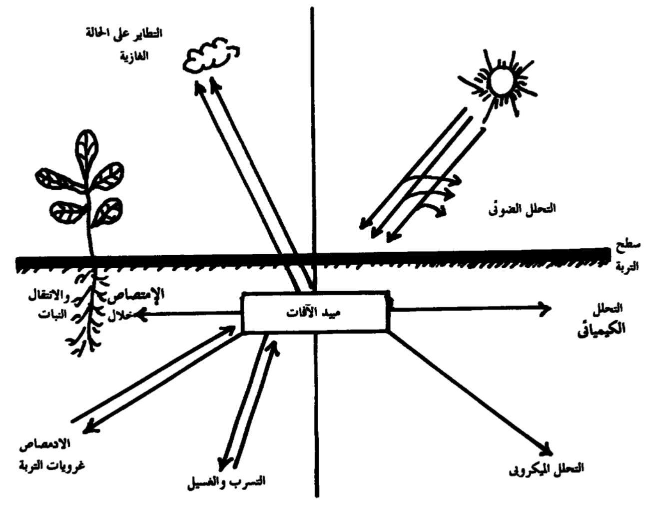
ومن أهم المبيدات الفوسفورية الجهازية التى استعملت فى الماضى على نطاق واسع فى معاملة تقاوى القطن فى مصر مُرَكبا الدايسستون والثيميت ، وهى توفر الحماية للبذور ضد حشرات التربة ، وكذلك المجموع الخضرى ضد الآفات الحشرية ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة ، كالمن والتربس . وتعامل جميع تقاوى القطن فى مصر بالمبيد الفطرى « ريزولكس » الفعال ضد فطريات الريزوكتونيا التى تسكن التربة .

ويجب عند اتباع هذه الطريقة مراعاة عدم تأثير هذه المعاملات على حيوية الجنين فى البذور المعاملة ، وكذلك على نسبة الإنبات . وقد اتبعت هذه الطريقة فى معاملة بذور القطن فى مصر ، وعابها وجود الزغب ، خاصة فى جهة الجنين ، مما سبب تقليل نسبة الإنبات والإضرار بالجنين ، مما استدعى إجراء عملية إزالة الزغب Delinting باستعمال حامض الكبريتيك المركز لفترة قصيرة محسوبة ، وبعد ذلك عرضت التقاوى المعاملة لتيار ماء ، ولفترة كافية للتخلص من آثار الحامض . وإذا نقعت البذور فى محلول الرش أطلق على العملية Seed Soaking ، وإذا عوملت بمسحوق المبيد مع مادة لاصقة يطلق عليها Seed Coating . وكلا الطريقتين يطلق عليهما seed dressing ، أو Seed treatment .

ثالثًا : سلوك المبيدات فى التربة ومصيرها

Behaviour and Fate of pesticides in Soil

من الضرورى معرفة سلوك ومصير المبيدات فى التربة علاوة على فعاليتها لتقرير مدى صلاحية استخدام هذه المواد الكيميائية من الناحيتين الفنية والاقتصادية . ومن أهم العوامل التى تلعب دورًا فعالًا فى هذا الخصوص عمليات الانهيار الكيميائى والميكروبى ، والامتصاص ، والادمصاص ، والتطاير ، والانتقال خلال التربة . وكل هذه العمليات ترتبط ارتباطًا وثيقًا بنوع التربة والعوامل البيئية ، كما فى الشكل (٢ – ١) .



شكل (٢– ١) : العوامل المحددة لسلوك وتواجد المبيدات فى التربة .

ويتضح من الشكل أن مبيد الآفات ، وهو مركب كيميائى بالدرجة الأولى ، يتعرض بمجرد وصوله للتربة لمجموعة من العوامل التى تؤثر على سلوكه العام ، خاصة مايتعلق بالثبات والفاعلية ضد الآفة المستهدفة . ويمثل التحلل الكيميائى والميكروبى والادمصاص على حبيبات التربة والتحرك خلال التربة والامتصاص بواسطة النبات المزروع والتطاير والانهيار الضوئى والتحلل المائى والحرارى أهم العمليات التى يتعرض لها المبيد فى التربة . ونتيجة لحدوث هذه التفاعلات منفردة أو مجتمعة يتحول المبيد إلى نواتج مختلفة ، قد تكون أقل أو أكثر كفاءة من المركب الأساسى . ويجب أن يؤخذ فى الحسبان عند تحديد التركيز الحقلى الفعال الكميات التى تعتبر فى حكم المفقودة نتيجة لتأثير هذه العوامل ، حتى يمكن تعويضها ، حفاظًا على فعالية وكفاءة المبيد ضد الآفة المستهدفة .. وسنتكلم عن بعض مظاهر سلوكيات المبيدات فى التربة فيما يلى :

١ – معدل انفراد المبيدات من المستحضرات Release

المقصود بكلمة Release هو معدل انفراد أو تحرير المادة السامة الفعالة للمبيد من على سطح المادة الحاملة التى غالبًا ماتكون مجهزة فى صورة حبيبية غير قابلة للامتصاص بواسطة النبات ، ومن ثم يجب تحرير المادة السامة حتى تصبح فى صورة حرة قابلة للامتصاص والتحرك والوصول للهدف وإحداث التأثير . وهذه الكمية المنفردة هى التى تحدد ماسوف يحدث للمبيد من ظواهر وسلوكيات فى التربة . وتتحدد الكمية المحررة من المبيد تبعًا لكمية الماء المضافة (طبيعة وسرعة الرى) . وفى حالة تساوى حجم الماء المضاف ، فإن معدل انفراد المبيد يتوقف على ثلاثة عوامل هى : نوع المادة الحاملة ، وتركيز المادة الفعالة ، وفترة التلامس مع الماء .

وعامل الانفراد فى منتهى الأهمية ، حيث يجب أن يحدد – وبدقة – كمية المبيد التى ستنفرد وتتحرر تحت الظروف التطبيقية المختلفة قبل التوصية باستخدام طريقة إضافة المبيدات المحببة للتربة أو للمزارع المائية ، كما هو الحال فى مبيدات حشائش الأرز . ويؤدى إهمال هذا العامل أو عدم الدقة فى الحساب إلى عدم وصول المادة الفعالة بالتركيز المناسب للهدف المنشود . ولقد كان إغفال هذا العامل السبب الرئيسى فى عدم تحقيق كفاءة عالية عند استخدام المبيدات الحشرية فى مكافحة عذارى دودة ورق القطن ، وكذلك فشل العديد من المبيدات النيماتودية التى تضاف للتربة .

ولقد قام زيدان عام ١٩٦٦ بدراسة معدل انفراد مبيد الدايسستون الفوسفورى الجهازى من على سطح الحبيبات المعاملة بالمبيد ، آخذًا فى الاعتبار تأثير العوامل الثلاثة المشار إليها سابقًا ، وهى : التركيز ، وصورة المستحضر وطبيعة المادة الحاملة . وتم تقدير معدل الانفراد بالتقييم الحيوى باستخدام يرقات البعوض الجداول (٢ – ١ ، ٢ – ٢) .

ولقد اتضح من النتائج التى أسفرت عنها الدراسة أن كمية ومعدل انفراد المبيد تختلف باختلاف العوامل المدروسة ، حيث ازداد الانفراد بزيادة تركيز المادة الفعالة ، وكذلك طول فترة التلامس المباشر للمبيد مع الماء . كما اتضح أن نوع المادة الحاملة ذو أهمية كبيرة جدًا فى هذا الخصوص ، فلقد أظهرت المادة الحاملة الفيرميكوليت انفراداً كبيرًا وسريعًا ، بالمقارنة بمادة الأتكلاى العضوية . ولقد

اتضح كذلك توزيع المنفرد بدرجات مختلفة فى المستويات المختلفة من الماء الموجودة به الحبيبات ، حيث وجدت كميات صغيرة على السطح العلوى للماء (انفراد قليل) ، بينما احتوى القاع على كميات كبيرة (انفراد كبير) . وهذه النتيجة تأكدت مع الأتكلاى ، بالمقارنة بالفيرميكيوليت ، وهذا يمكن تفسيره على أساس اختلاف الخواص الطبيعية للمادة الحاملة نفسها . والجداول التالية توضح معدلات انفراد مبيد الديسستون المحمل على ألاتكلاى والفيرميكيوليت عند وضعها فى الماء .

جدول (٢ – ١) : معدل إنفراد الدايسيتون على الأتكلاى فى الماء .

فترة التعريض / ساعة	معدلات الانفراد (٪)					
	عينات السطح			عينات القاع		
	التركيز الأول	التركيز الثانى	التركيز الثالث	التركيز الأول	التركيز الثانى	التركيز الثالث
١ ساعة	—	—	—	—	٦,٣	٥,٦
٢٤ ساعة	٨,٩	٦,١	٨,٠	٢٠,٠	١١,٨	١٩,٠
٤٨ ساعة	١٧,٠	٨,٣	١٥,٠	٢٤,٠	٣٧,٣	٤٤,٠
٧٢ ساعة	٢٤,٠	١١,٨	٣٦,٥	٥٨,٠	٥٢,٦	٥١,٠
٩٦ ساعة	٤٣,٠	٢٠,٠	٧٣,٠	٧٦,٠	٦١,٨	٨٧,٧

ويتضح من النتائج الموجودة فى الجدول التأثير المشترك لكل من عاملى التركيز والوقت ، وخاصة مع العينات السطحية ، ولم تنفرد أى كمية من المبيد بعد ساعة من الملامسة مع الماء تحت كل الظروف الموضحة . ويلاحظ أنه مع التركيزات الثلاثة المستخدمة يزداد معدل الانفراد بزيادة عامل الوقت ، سواء أكانت العينات من على السطح ، أم من القاع ، ولو أن الأخيرة كانت ذات قيم أعلى من السطحية . ومن المعروف أن هذا المبيد من النوع الجهازى التقليدى ، ولذلك فإن النظرة الفاحصة لهذه النتائج توضح خطورة الاحتفاظ بالمبيد المجهز على الصورة المحببة فى تلامس مباشر مع الماء لمدة طويلة ، حيث سيتحرر معظم المادة الفعالة ، ومن ثم تمتص بواسطة جذور النباتات ، وتتحرك لأعلى ، ويحدث لها تمثيل تنشيطى فى البداية ، وقد تضر بالنباتات القائمة فى حالة زيادة التركيز الممتص عن الحد المطلوب . ولايجب أن تغفل التأثيرات الجانبية المحتملة فى البيئة ، خاصة على كائنات التربة الحية ، وخواص التربة ، واحتمالات تلوث المجارى المائية والمصارف ، وحدوث أضرار للأسماك والحيوانات وغيرها .

جدول (٢ - ٢) : معدل إنفراد الديسيستون من الفيرميكيوليت فى الماء .

فترة التعريض ساعة	معدلات الانفراد (٪)					
	العينات السطحية			عينات القاع		
	التركيز الأول	التركيز الثانى	التركيز الثالث	التركيز الأول	التركيز الثانى	التركيز الثالث
١ ساعة	—	١١,٨	١٥,٢	١٣,٠	١٣,٦	١٧,٢
٢٤ ساعة	١٩,٦	٢٠,٠	٢٤,٨	٢٧,٧	٢٦,٠	٣٥,٠
٤٨ ساعة	٣١,٠	٣٧,٢	٤١,٢	٤٦,٧	٣٧,٤	٥٥,٠
٧٢ ساعة	٥٣,٠	٦١,٨	٧٣,٠	٧٥,٩	٦١,٨	٧٣,٠
٩٦ ساعة	٧٦,٠	٧٦,١	٩٣,٥	٩٠,٠	٨٠,٠	٩٣,٥

يتضح من النتائج الموجودة فى الجدول زيادة معدل الانفراد خلال فترات التعريض القصيرة ، وخاصة مع التركيزات العالية من عينات القاع ، بالمقارنة بما حدث مع المادة الحاملة ألاتكلاى ذات القدرة الادمصاصية العالية .

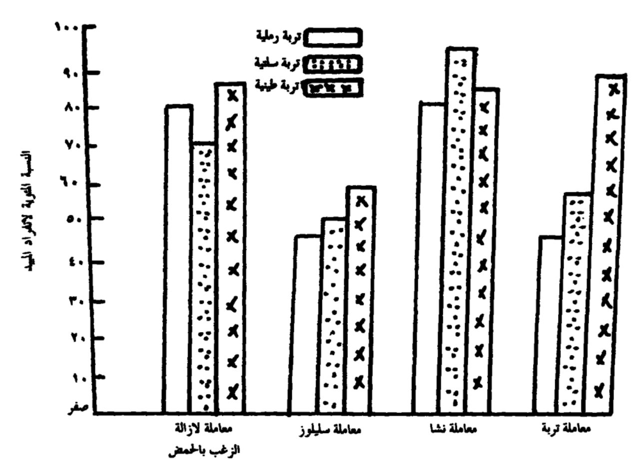
وفى كلية الزراعة ـــ جامعة عين شمس ـــ عام ١٩٧٣ تمت دراسة معدل انفراد مبيد الدايسستون على بذور القطن المعاملة . ولقد اتضح من النتائج المتحصل عليها أهمية تأثير نوع التربة على معدل الانفراد ، حيث زاد المعدل فى الطين بدرجة أكبر من الأرض الرملية ، وهكذا يمكن تفسيره على أساس كبر مساحة السطح المعرض فى حالة الطين ، وهو السطح الموجود فى تلامس مباشر مع البذور . ولقد ثبت كذلك الدور الهام الذى تلعبه مادة التغطية ، حيث تم ترتيب المعاملات تصاعديًا تبعاً للنسبة المئوية للانفراد فى التربة الرملية كمايلى : الميثايل سليلوز (٤١ر٦٪) ـــ التربة (٤٢ر٧٪) ـــ النشا (٧٠ر٧٪) ، والمعاملة بدون زغب (٧٥ر٣٪) . ويرجع معدل الانفراد العالى فى البذور التى أزيل منها الزغب كيميائيا إلى غياب المادة اللاصقة . والانفراد العالى فى معاملة النشا قد يرجع إلى سرعة ذوبان النشا فى الماء . وعلى العموم .. فإن معدل الانفراد يعتمد أساساً على نوع المبيد ومكان أو عمق وضعه فى التربة ، مما يحدد إذا كان سيدمص على السطح ، أم يذوب فى محلول التربة ، أم يظل فى حالة تلامس مع البذور .

والشكل (٢ ـــ ٢) : يبين العلاقة بين نوع التربة ، وكذلك طرق التغطيه ومعدل الانفراد .

٢ - ادمصاص المبيد بواسطة حبيبات التربة والعوامل المؤثرة عليه

Factors influencing the adsorption and desorption of pesticides in soil

من المعروف أن هناك سبعة عوامل تؤثر على مصير وسلوك أى مبيد فى التربة ، وهى :



شكل (٢ - ٢) : العلاقة بين نوع التربة وطريقة تغطية البذور ومعدل الأنفراد .

(١) التحلل الكيميائى - (٢) التحلل الضوئى الكيميائى - (٣) التحلل الميكروبى - (٤) التطاير - (٥) تحرك المبيد - (٦) الامتصاص بواسطة النبات أو الكائن الحى - (٧) الادمصاص . ولقد ثبت أن ظاهرة الادمصاص والانفراد Adsorption-desorption تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فى العوامل الستة ، حيث إن الادمصاص من أهم العوامل الكبرى التى تؤثر على التفاعل بين المبيدات وغرويات التربة .

وتجدر الإشارة إلى أن الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضى تتأثر بشدة بمحتوياتها ، وهى إما أن تكون ذات سطوح نوعية ، أو ذات سطوح نشطة جدًّا ، والأخيرة تكون مصاحبة لحبيبات صغيرة جدًّا فى الحجم ، ولذلك فإن المحتوى الغروى للتربة هو العامل السائد أو ذو السيادة ، والذى يؤثر على التفاعل بين المبيدات والتربة . وتنقسم المكونات الغروية للتربة إلى مواد عضوية ومواد معدنية ، ولو أن المحتوى الغروى الدبالى Humic colloid Fraction غير معروف تمامًا حتى الآن ، إلا أنه من المعروف أن معظم التفاعلات الخاصة به تحدث على صورة حمض الدبال Humic acid . والذى يهمنا فى هذا المجال معرفة القدرة التبادلية للكاتيونات ، والخاصة بالمكونات المختلفة للتربة ، وكذلك مساحة السطح ، وهما من أهم العوامل المؤثرة على ظاهرة ادمصاص المبيد ، وهى مأخوذة عن Bailey & white عام ١٩٦٤ ، كما فى الجدول (٢ - ٣) .

جدول (٢ – ٣) : الخواص الطبيعية لمكونات التربة .

مكونات التربة	مساحة السطح متر مربع/جم	مقدرة تبادل الكاتيونات ملليمكافىء/ ١٠٠ جرام
المادة العضوية	٥٠٠ — ٨٠٠	٢٠٠ — ٤٠٠
الفيرميكيوليت	٦٠٠ — ٨٠٠	١٠٠ — ١٥٠
المونتمورولينيت	٦٠٠ — ٨٠٠	٨٠ — ١٥٠
الفيرميكيوليت الثمانى الأوجه المزدوج	٥٠ — ٨٠٠	١٠ — ١٥٠
اتيليت	٦٥ — ١٠٠	١٠ — ٤٠
كلوريت	٢٥ — ٤٠	١٠ — ٤٠
كاؤولينيت	٧ — ٣٠	٣ — ١٥
الأكاسيد والأيدروكسيدات	١٠٠ — ٨٠٠	٢ — ٦

والمحتوى المعدنى للتربة يتكون من معادن الطين البلورية والأكاسيد والأيدروكسيدات البلورية وغير البلورية . وحمض الدبال عبارة عن مجموعة أحماض عديدة القاعدية Poly basic مع مجموعتين على الأقل من المجاميع الحامضية ، مثل : الكربوكسيل ، والأيدروكسيل الفينولية .

والقدرة التبادلية للكاتيونات فى حمض الدبال أعلى بكثير من معادن الطين ، وهى من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ ملليمكافىء/١٠٠ جرام . ولقد ثبت أن المجاميع الفعالة كالكربوكسيل ، والأمين ، والأيدروكسيل الفينولية ، والكحولات تؤثر مباشرة على ادمصاص الأنيونات والكاتيونات الموجودة فى المبيدات بواسطة الحمض الدبالى ، ومن المحتمل أنها تؤدى إلى تكوين سطوح من الروابط الأيدروجينية التى تتفاعل مع المبيدات .

ولقد ثبت أن سطوح المكونات المعدنية تتكون من الأكسيجين والأيدروكسيل ، وهى قد تكون مشحونة أو غير مشحونة كهربيًا .

وظاهرة الادمصاص فى غاية الأهمية ، ولابد من دراستها بدقة قبل التوصية بالتوسع فى استخدام أى مبيد من مبيدات التربة ، لأنه يعنى أن كمية من هذا المبيد الموجودة فى صورة حرة Free بعد انفرادها من المستحضر Formulation قد أدمصت بواسطة حبيبات التربة مرة أخرى ، وأصبحت فى صورة مرتبطة Binding لايستفيد منها النبات المراد المحافظة عليه . ومن وجهة نظر علم مكافحة الآفات تعتبر الكمية المدمصة فى حكم المفقودة أو الضائعة ، ومن ثم يجب حسابها بدقة عند التوصية بجرعة أو تركيز فعال ، لأن هناك كثيرًا من العوامل التى تؤثر على هذه الكمية ، خاصة نوع التربة

وكمية الغرويات بها والخواص الطبيعية والكيميائية للمبيدات نفسها ، والتفاعلات الخاصة فى التربة ونشاطها ، وحرارة التربة ، وطبيعة الكاتيونات المشبعة الموجودة على مراكز التبادل الكاتيونى للغرويات ، وكذلك طبيعة الصورة المستخدمة من المبيد .. إلى آخر ذلك من العوامل الأخرى .

وهناك عدة نماذج رياضية تمكن من حساب معدلات ادمصاص المبيدات نذكر منها معادلة : لانجماير للادمصاص ، ومعادلة فرونيدليتش ، ومعادلة برونوارولايت ، وبيكر ، وكذلك معادلة جيبس .

العوامل المؤثر على الادمصاص والانفراد

Factors influencing adsorption and desorption

١ - الخواص الطبيعية والكيميائية لمادة الادمصاص **Adsorbent**

من أهم الخواص الموجودة فى مادة الادمصاص ، والتى تؤثر على تفاعلها مع المادة المدمصة Adsorbate هى مساحة وطبيعة السطح ، وكمية وتوزيع وكثافة المجال الكهربى على هذا السطح . وحيث إن التفاعلات الادمصاصية عبارة عن تفاعلات تحدث على السطح ، لذلك كانت مساحة هذا السطح من أهم هذه العوامل ، وعلى سبيل المثال .. فإن المعادن ذات النسبة ١ : ١ ، مثل الكاؤولين ومجموعته ، فإنه نظرًا لقلة قدرتها على تبادل الكاتيونات ، وصغر مساحة السطح الخاصة بها ، فهى ذات قدرة محدودة جدًا على ادمصاص المبيدات . أما المعادن ذات النسبة ٢ : ١ ، والتى تتمدد ، مثل : المونتموروليتيت Montmorillonite ، والفيرميكيوليت Vermiculite ، فلها قدرة تبادلية كبيرة ، وكذا مساحة سطح كبير (أكبر بمقدار ١٠٠ مرة عن مجموعة الكاؤولين) ، ولذلك تكون مقدرتها على ادمصاص المبيدات كبيرة أما المعادن ٢ : ١ التى لاتتمدد ، فهى حالة وسط بين المعادن ١ : ١ و ٢ : ١ التى تتمدد .

وبالنسبة للجزيئات الغروية التى تمتاز بسطح مشحون كهربائيًا ، ومعادن الطين ، والمواد غير البلورية ، فهى تقسم إلى مجموعتين تبعًا لكثافة وطبيعة الشحنة ، فمثلًا السليكا والألومينا ، والحديديك والحديدوز على صورة أيدروكسيدات ذات شحنات قليلة ، بينما معادن الصلصال ومخاليط السليكا والألومينا والجيل ذات شحنات عالية ، ربما تكون الشحنات الموجودة على الكاؤولين أكبر منها على المونتموروليتيت . ولقد أثبتت الدراسات أن الشحنة الكلية ومساحة السطح من أهم العوامل التى تؤثر على ادمصاص المبيدات .

ويمكن القول إن مادة الادمصاص تؤثر على درجة الادمصاص من خلال تأثيرها على توجيه المادة المدمصة . والذى يحدث إما عن طريق إعادة ترتيب السطوح ، أو لقوى الجذب بين الطبقات .

ولقد درس سنبل عام ١٩٦١ ظاهرة ادمصاص المبيدات الحشرية من محاليلها المجهزة فى المذيبات العضوية بواسطة بعض المواد المخففة Diluents . ولقد ثبت من الدراسة عدم حدوث ادمصاص لمبيد التوكسافين فى المذيبات المختلفة مع وجود الكاؤولين ، وبودرة التلك ، وكربونات الكالسيوم ،

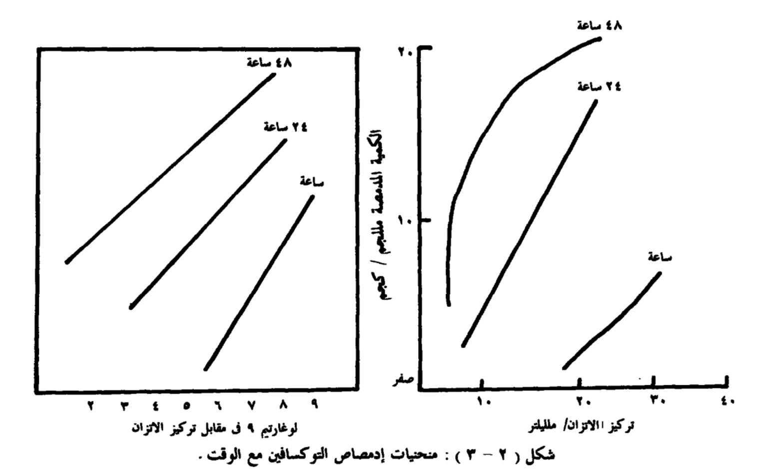
وكبريتات الكالسيوم ، بينما نجح الشاركول فى ادمصاص التوكسافين من الإيثانول والبروبانول ، والأيزوبروبانول ، والأسيتون ، والبنزين ، والهكسان العادى ، والإيثيل أسيتات ، وفى جميع الحالات حدث الاتزان بعد ساعة واحدة ، ولم يتأثر معدل الادمصاص بإطالة الوقت حتى ٢٤ – ٤٨ ساعة ، بينما كان تأثير عامل التركيز الخاص بالمبيد المستخدم كبيرًا . ولقد زادت كمية التوكسافين المدمصة على الفحم بزيادة تركيز المبيد ، وخاصة مع الهكسان العادى ، يليه الأيزوبروبانول يوضح جدول (٢ ــ ٤) إدمصاص التوكسافين على النبتونيت من الميثانول على الفترات المختلفة .

جدول (٢ ــ ٤) : امصاص التوكسافين ــ على سطح النبتونيت مع مذيب الميثانول .

التركيز الابتدائى ميكروجرام/ ملليتر	الاتزان بعد ساعة		الاتزان بعد ٢٤ ساعة		الاتزان بعد ٤٨ ساعة	
	التركيز النهائى ميكروجرام/ ملليتر	الكمية المدمصة مللجم/ جرام	التركيز النهائى ميكروجرام/ ملليتر	الكمية المدمصة مللجم/ جرام	التركيز النهائى ميكروجرام/ ملليتر	الكمية المدمصة مللجم/ جرام
٥٠٠٠	٤٣٢٢	٦,٨	٣٣٢٢	١٦,٨	٣١٠٧	١٨,٩
٤٠٠٠	٣٥٠٠	٥,٠	٢٦٧٨	١٣,٣	٢٣٢٢	١٦,٨
٣٠٠٠	٢٧٤٩	٢,٦	٢٠٠٠	١٠,٠	١٤٦٥	١٥,٤
٢٠٠٠	١٨٥٧	١,٤	١٣٩٣	٦,١	٩٦٥	١٠,٤
١٠٠٠	١٠٠٠	صفر	٧١٤	٢,٩	٥٣٥	٤,٧
٥٠٠	٥٠٠	صفر	٥٠٠	صفر	٥٠٠	صفر

ولقد اتضح أن منحنى الادمصاص ليس خطيًا بعد ٢٤ ساعة ، ٤٨ ساعة ، بينما كان خطيًا بعد ساعة واحدة ، كما فى شكل (٢ – ٣) .

ولقد درس زيدان وآخرون عام ١٩٦٦ ادمصاص المبيد الفوسفورى الجهازى الدايسستون على التربة ، ومدى تأثره ببعض العوامل ، مثل : المحتوى العضوى للتربة ، وفترة التلامس المباشر بين المبيد والتربة ، وكذلك نوع المذيب المستخدم فى الاستخلاص . ومن النتائج التى أسفرت عنها الدراسة اتضحت التأثيرات المتباينة للمذيبات العضوية على معدل الادمصاص ، وكان أعلاها إيثير البترول ، وأقلها مذيب الأسيتون . ولقد أدت زيادة كمية المادة العضوية فى التربة بوجه عام إلى زيادة معدل الادمصاص ، وإن كانت معدلات الزيادة لاتسير فى اتجاه طردى مع نسبة زيادة المادة العضوية ، كما أن نوع المذيب العضوى يؤثر على هذه العلاقة .



شكل (٢ – ٣) : منحنيات إدمصاص التوكسافين مع الوقت .

ولقد درس نفس الباحث سنة ١٩٧٣ ادمصاص مبيدات التيميك (كاربامات) ، والدايسستون (فوسفورى) ، والهبتاكلور (كلورينى) على بعض المواد الحاملة ، مثل : بودرة التلك ، والفحم المنشط ، والكالسيت ، والجبس ، والكاؤولينيت ، والبنتونيت ، وكبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، وسماد السوبرفوسفات . ولقد أظهرت النتائج المتحصل عليها أن معدل الادمصاص يختلف تبعًا لطبيعة المبيد الكيميائى وتركيزه المستخدم ، وكذلك طبيعة مادة الادمصاص .

كما تمت دراسة معدلات ادمصاص بعض المبيدات الفوسفورية العضوية ، وكذلك مركب السيفين الكرباماتى بواسطة الفحم بغرض معرفة إمكانية التخلص منه ، أو تقليل ضرر حالات احتراق النباتات المزروعة فى أرض ملوثة بدرجة كبيرة بتركيزات عالية من هذه المبيدات نتيجة لتكرار الاستخدام .

٢ – الخواص الطبيعية والكيميائية للمادة المدمصة (المبيدات)

لقد حدد بعض الباحثين العوامل التى تؤثر وتتحكم فى ادمصاص المواد العضوية بواسطة الغرويات كمايلى : (١) – الخواص الكيميائية والشكل والترتيب للمبيد – (٢) حموضة أو قاعدية الجزىء – (٣) الذوبان فى الماء – (٤) توزيع الشحنات على الكاتيون العضوى – (٥) القطبية – (٦) حجم الجزىء – (٧) الاستقطاب .

٣ – تفاعلات التربة Soil reaction

وجد أن النظام (الطين – الماء) يؤثر على خواص كل من مادة الادمصاص ، والمادة المدمصة . وتحدد درجة حموضة محلول التربة درجة تشتت أو تجمع المبيد ، وهذا المدى كنتيجة لفعل وقيمة الـ pka . ولقد وجد أن قيمة وكمية الادمصاص للمواد العضوية عند اختلاف الصفات الكيميائية للمركب تتوقف على ثلاثة عوامل :

١ – درجة حموضة الطين .
٢ – درجة الذوبان فى الماء .
٣ – ثابت التشتت للمادة المدمصة .

٤ – حموضة السطح Surface acidity

ظل من المعروف لفترة أن نشاط البروتونات (يقاس عن طريق درجة الحموضة) ، وعند أو بالقرب من السطح الغروى (الحموضة فى المنطقة بين السطوح) تختلف بشدة عن بعضهما البعض . ويعتبر هذا العامل من أهم عوامل ومشتقات التربة أو النظام الغروى المحدد لمدى وطبيعة الادمصاص أو الانفراد للمركبات العضوية ، كما يحدد إمكان حدوث انهيار للمادة الكيميائية الحامضية . وتجدر الإشارة إلى أن الماء فى المنطقة بين السطوح يختلف عنه فى الماء الكلى . وأهمية منطقة بين السطوح لاتقتصر على تقدير ميكانيكية الادمصاص أو الطاقة التى يمسك المبيد بواسطتها ، ولكنه يحدد كذلك ماإذا كانت المواد العضوية ستنهار أم لا ، مما يؤدى إلى إلقاء الضوء على ثبات المركب فى التربة أو سميته فيها ، فقد يكون ناتج انهيار المركب أكثر أو أقل سمية أو ارتباطا أو ذوبانا من المركب الأصلى ، مما يحدد ويؤثر على سريانه وتحركه فى الماء الأرضى .

٥ – الحـــرارة Temperature

عملية الادمصاص هى عملية خارجية الحرارة Exothermic ، بينما الانفراد عملية داخلية الحرارة Endothermic فى طبيعتها ، وأى زيادة فى درجة الحرارة من المتوقع أن تؤدى إلى تقليل الادمصاص وزيادة عملية الانفراد . وهذه سترتبط أساسًا بإقلال أو إضعاف قوى الجذب بين المحلول والسطح الصلب (وكذلك بين جزيئات المحلول المدمصة المتجاورة) نتيجة لارتفاع درجة الحرارة ، وذلك نتيجة لزيادة درجة ذوبان المادة فى المذيب المستخدم .

٦ – الجهد الكهربى لسطح الطين Electric potential of Clay Surface

هذا العامل يعتبر مسئولًا عن مختلف الظواهر السطحية التى تحدث على الطين وغيرها من سليكات الألومنيوم .

٧ – طبيعة المستحضر Nature of formulation

لقد وجد أن كلًّا من الكاؤولينيت والمونتموروولينيت يدمص المواد ذات النشاط السطحى Surfactants بدرجة تتوقف على طبيعة هذه المواد ، حيث إن المواد الكاتيونية تدمص بدرجة أكبر من الأنيونية ، فإذا وجدت المواد ذات النشاط السطحى فى مستحضرات المبيدات ستؤدى حتمًا إلى حدوث بعض حالات التنافس بين المبيد وهذه المواد على المراكز الادمصاصية ، مما يؤثر على التحرك والنشاط الحيوى لهذه المبيدات .

تقنية ميكانيكية الادمصاص Mechanism of adsorption

وهناك طرق عديدة لتقنيات ادمصاص المواد العضوية قد تحدث منفردة أو مشتركة مع بعضها ؛ ومنها :

١ – الادمصاص الطبيعى ، ويرجع إلى قوى فان ديرفالس .
٢ – الارتباط الأيدروجينى .
٣ – تكوين المواد المعقدة المرتبطة .
٤ – الادمصاص الكيميائى .

وهناك سؤال إذا كانت الرابطة الأيدروجينية تعتبر ادمصاصًا طبيعيًّا أم كيميائيًّا . ويلاحظ أن الادمصاص الكيميائى يتم بواسطة أربع طرق ، وهى : التبادل الأيونى ، أو انتقال البروتونات على السطح الغروى ، أو انتقال البروتونات فى الوسط السائل (المحلول) ، أو تكوين البروتونات .

٣ – حركة المبيدات فى التربة والعوامل المؤثرة عليها
Movemebt of pesticides in soil

تؤثر حركة المبيدات العضوية فى التربة على فعاليتها وثباتها ومدى تلويثها للأرض المجاورة والماء والهواء . ويحدث التحرك إما على صورة محلول ، أو على صورة انتقال لجزيئات التربة المدمص على سطحها المبيد ، أو بانتقال أبخرة المركب .. وسنقصر مناقشتنا على تحرك المواد غير المتطايرة والانتشار والانتقال عند معاملة هذه المركبات على سطح التربة . وعامل التحرك من أهم العوامل التى تجب دراستها قبل التوصية باستخدام مبيدات التربة لعلاقته المباشرة بمدى صلاحية المستحضر المستخدم لتحقيق هدف توصيل المادة الفعالة لمكان التأثير .

التحرك تحت السطح Sub surface movement

المبيدات التى تصل إلى التربة تتحرك أو تتسرب فى الاتجاه الرأسى فى منطقة الهواء التى تعلو الماء . ويحدث التحرك الجانبى أو الأفقى عندما تصل المبيدات إلى منطقة تشبع الماء ، أو بالقرب من الأراضى الجافة نسبيًّا أو المبتلة ، كما أنه يحدث تحرك جانبى للمادة فى الأراضى الجافة . وقد يحدث تحرك للماء والمبيد لأعلى upward ، تمامًا كما يحدث لأسفل Downward عند حدوث جفاف لسطح

التربة . والرى تحت السطح Sub-irrigation هو المثال العملى لهذه الحالة . وتتابع حلقات الرطوبة والجفاف طبيعيًّا فى التربة يؤدى إلى تماثل وتجانس توزيع المبيدات المتحركة ، وهذا قد يفسر ظاهرة حدوث حركة للمبيد فى اختبارات المعمل ، بينما لايحدث ذلك لنفس المبيد فى اختبارات الحقل . وتتحرك المبيدات وفقًا لصفة الذوبان فى الماء أو بالانتشار .

التحرك السطحى Surface movement

ويحدث فقد المبيد من على سطح التربة كنتيجة للتطاير بواسطة الماء أو الرياح . وتعتبر الطبيعة الطبوغرافية والنفاذية والترسيب من أهم العوامل المتحكمة فى هذا السبيل . وعلى سبيل المثال .. يحدث ترسيب كبير فى الأراضى ذات النفاذية القليلة ، مثل التى تحتوى على محتوى طينى عال ، وتؤدى بالتالى إلى حدوث الانسياب . ومن هنا ، فإنه من المحتمل أن تظهر آثار المبيدات فى الأنهار والجداول بعد حدوث العواصف ، وهذا يتوقف على مدى الانتشار ، وكذلك قوة العاصفة ، وقرب النهر أو الجدول المائى . والأرض ذات الطبيعة الطبوغرافية المنحدرة أو المبتلة تشجع حدوث الفقد عن طريق السريان ، وكلما ازداد تآكل التربة وتفتتها تبعًا لذلك ، قل عدم الترشيح ، وبالتالى تزداد الحركة بصورة مباشرة على جزيئات التربة .

ويمكن معرفة بعض العوامل المؤثرة على التحرك السطحى من الملاحظات الآتية : ظهور مخلفات المبيد ذى الدرجة المتوسطة من الثبات والحركة على فترات بعد العواصف والأمطار فى الجداول والأنهار .

العوامل المؤثر على حركة المبيدات فى التربة

١ - الادمصاص Adsorption

الادمصاص سواء أكان عن طريق انجذاب أم طرد المادة على السطح ، فمن المحتمل أن يكون أهم عامل مؤثر على سلوك المبيدات بكافة أنواعها . والمدى والمعدل الذى يدمص أو ينفرد عنده المبيد لابد أن يحدد التأثير السام للمركب ، ودرجة انهياره بواسطة الميكروبات ، وحدود التطاير والانحلال الضوء كيميائى ، وكذلك معدل تسربه فى التربة . وتحرك المبيدات فى التربة يرتبط سلبيًّا بمعدل الادمصاص ، وخاصة مع المركبات الفوسفورية العضوية ومبيدات الحشائش غير الحامضية بالرغم من أن واحدًا أو أكثر من مشتقات التربة ، مثل : المحتوى العضوى ، ومحتوى الطين ، وسعة تبادل الكاتيونات ، ترتبط ارتباطًا موجبًا مع معدل الادمصاص . وهذه المشتقات - من جهة أخرى - قد ترتبط سلبيًّا مع درجة التسرب Leaching .

وكما ان المادة العضوية تلعب دورًا كبيرًا فى الادمصاص ، إلا أنها ذات تأثير كبير جدًّا فى منع حدوث التسرب ، وهذا واضح من قلة تحرك المبيدات فى الأرض الطينية الثقيلة ، أو تلك الغنية بالمواد العضوية ، بينما يكون معدل التحرك كبيرا فى الأراضى الخفيفة . ولقد ثبتت أهمية عامل حموضة التربة وطبيعة المادة الكيميائية فى هذا الخصوص .

٢ - ذوبان المركب **Solubility**

ذوبان المركب كعامل ذى أثر كبير على تحرك المبيدات سيظل غير محدد بوضوح . ومن الناحية النظرية .. فإنه يحدد قدرة المركب على الانتشار فى الماء المنساب فى التربة . ولقد وجد بعض الباحثين وجود ارتباط سلبى قوى بين الذوبان والادمصاص على الكربون لسبعة عشر مركبًا من مشتقات حامض الكلوروفينوكسى .

٣ - معدل وكمية الانسياب **Flow rate and amount**

ثبت أن استخدم كميات ماء إضافية مع المبيد غير المتحرك لم يؤد إلى إحداث أثر محسوس فى تغيير معدل تحركه وتسربه فى التربة . وعلى العكس من ذلك .. فإن كمية الماء المضافة لزيادة التحرك تؤثر بالتالى على العمق الذى سينزل إليه المبيد .

ولقد ثبت من الدراسات المختلفة أن إضافة الماء تؤدى إلى تعقيدات واضحة عند مقارنة أثر الرطوبة الحقيقية للتربة ، وتلك الناتجة من إضافة الماء . ولقد كان تحرك مبيد الدايكامبا كبيرًا فى التربة السلتية الطينية عندما يكون الماء ٠,٢٥ بوصة ، عنها لو كان أزيد بمقدار بوصة . ويزداد معدل تحرك كثير من المبيدات فى التربة الرملية النقية كلما ازدادت كمية الماء المضافة . ولقد وجد أن المبيدات المختلفة ، وخاصة مبيدات الحشائش الحامضية المستخدمة مباشرة للتربة ، تتوزع لأعماق كبيرة لو كانت التربة رطبة فى البداية ، عنها لو كانت جافة .

٤ - مستحضر المبيد **Formulation**

تحدد الصورة المستخدمة من المبيد (المستحضر) - إلى حد كبير - مدى تحرك هذا المبيد فى التربة الزراعية . ولقد وجد أن تحرك المبيد يزداد بتجهيز المبيد محببا محملًا على مادة شديدة التفرق أو التشتت ، مثل : كبريتات الألومنيوم ، وكلوريد الحديديك ، وحامض الكبريتيك ، وكذلك تعطى الأحماض العضوية غير الذائبة فى الماء أو الصابون الأمينى المتطاير الاتجاه المعاكس على تحرك المبيد ، مما يزيد من الأثر الباقى الإبادى عن طريق زيادة التركيز على سطح التربة تحت الظروف الرطبة .

٥ - معدل استخدام المبيد **Rate of pesticide application**

درس Hartely سنة ١٩٦٤ تسرب مبيد السيمازين عند استخدامه بمعدلين فى تربة بدون أى مقدرة ادمصاص ، وذات ٢٠٪ مسام ، فعندما استخدم بمعدل رطل واحد للفدان ، فإن بوصة واحدة من المطر تكون قادرة على إذابة كل المبيد ، ونتيجة لذلك .. نجد حزام البوصات الخمس العليا مشبعة كلية بالسيمازين . ولقد أدت زيادة كمية المطر إلى تحرك السيمازين فى حزام باتساع خمس بوصات . وعندما ازداد معدل الاستخدام إلى ١٠ أرطال/ فدان أذيبت عشرة بوصات كلية ، وأعطت حزاماً من السيمازين باتساع ٥٠ بوصة . ويمكن القول إن زيادة معدل استخدام المبيد تؤدى إلى زيادة درجة تحركها فى التربة .

Rate of degaraion ٦ - معدل انهيار المبيدات

لم يدخل فى الحسبان عامل الانهيار وأثره على تحرك المبيدات فى التربة فى كثير من الأبحاث التى أجريت فى المعمل ، ولو أنه من المحتمل أن يكون أثره عن طريق تقليل كمية المبيد التى تصل إلى أعماق التربة ، مع افتراض استخدام معدلات طبيعية ، وذلك فى ظروف رشح عادية . ولقد تناول هذه المشكلة كثير من العلماء الذين قاموا برسم منحنيات نظرية توضح العلاقة بين التركيز والعمق بإدخال نصف فترة الحياة كأساس لدراسة هذه العلاقة . ولقد وجد أن نصف فترة الحياة لمبيد السيمازين كانت ٤٠ يومًا على درجة حموضة « ٢ » . وفى الحقل نجد أن الانهيار الكيميائى قد يشترك مع الادمصاص الكبير ، ويؤدى إلى تثبيط ومنع تسرب وتحرك المبيد . وعلى العكس .. فإن الجفاف يقلل من انهيار المركب ، شأنه فى ذلك شأن الأرض الجيرية ، وبالتالى يزيد من تحرك المبيد فى الأرض الجيرية ، عنها فى الأرض غير الجيرية .

٧ - خواص التربة الطبيعية وأثرها على تحرك المبيدات

Role of physical properties of soil on pesticide movement

ظهر من دراسات كثير من الباحثين على مختلف المبيدات أنها تتحرك وتتسرب بدرجة كبيرة فى الأراضى الخفيفة ، عنها فى الأراضى الثقيلة ، وهذا يدل على أن قوام وتركيب التربة من العوامل الهامة جدًا فى التأثير على تسرب وتحرك المبيدات بها . ويوجد أربعة أسس رئيسة خاصة بانتقال المبيدات فى التربة، وهى :

١ - الانتشار فى الفراغات الهوائية الموجودة فى التربة .
٢ - الانتشار فى ماء التربة .
٣ - الانسياب لأسفل مع ماء التربة .
٤ - التحرك لأعلى مع ماء التربة .

تحرك المبيد عن طريق الانتشار خلال التربة والفجوات الهوائية بها من أهم العوامل ، وخاصة مع المبيدات ذات الضغط البخارى المرتفع ، مثل المدخنات . ولقد وجد أن ثقوب أو مسام التربة من أهم العوامل التى تؤثر على انتشار المدخنات . والتحرك بواسطة الانتشار مع الهواء يحتمل أن يكون أكثر أهمية من الانسياب لأسفل مع الماء ، وخاصة مع المبيدات ذات التطاير العالى . أما مع المبيدات غير المتطايرة ، أو ذات الضغط البخارى المنخفض ، فإنه يلزم بضع سنين حتى يمكن أن يتحرك ١٪ فقط من تركيز المبيد المستخدم على السطح لعمق قدمين فى الأرض الرطبة . وهذا يدل على أن الانسياب مع الماء هو العامل الأساسى لتحرك هذه المبيدات .

والتحرك لأعلى قد يصبح عاملًا محددًا لسلوك المبيدات فى التربة ، خاصة فى المناطق المروية ، والتى تكون فيها النسبة بين البخر والرشح عالية ، حيث إنها تؤثر على تحرك وثبات هذه المبيدات فى

التربة . ويرجع التحرك العلوى إلى ذوبان المبيد فى أنابيب الماء الشعرية المنسابة . ولقد وجد أن العوامل الجوية ذات أهمية كبيرة ، بالإضافة إلى كمية المطر الكلى فى تحديد تحرك مبيدات الحشائش فى التربة . ولقد حدد كذلك أن التحرك الأفقى للمبيدات ينتج من التحرك الأفقى لأنابيب الماء الشعرية تحت ظروف رى الخطوط .

ويؤثر حجم المسام وتوزيعها على معدل دخول وتحرك الماء خلال التربة ، وهذه تؤثر بالتالى على انتشار الحزم الخاصة بمقدمة المبيد المتحرك لأسفل . ولقد وجد أن طبيعة التركيز فى هذه الحزمة التى تصل إلى ماء التربة ذات أهمية كبيرة من الناحية البيولوجية . ويؤثر معدل تحرك الماء على طبيعة الاتزان بين المبيد الموجود فى المحلول ، وذلك على سطوح الغرويات .

٤ – معدل ثبات المبيدات فى التربة الزراعية والعوامل المؤثرة عليه

من المعروف أن المبيدات تترك مخلفات Residues بعد استخدامها فى التربة لمدة تتوقف على نوع المبيد نفسه ، وكذلك صفات التربة الطبيعية ، والكيميائية ، والظروف السائدة . وهذه المخلفات قد تكون ضارة فى بعض الأراضى ، وتحت بعض الظروف البيئية . ومن هنا تتأثر النباتات الحساسة إذا زرعت فى الموسم التالى لاستخدام المبيد . ومن الجدير بالذكر أن المخلفات لابد أن تكون فعالة حتى يتسنى القضاء على الآفة (حشرية أو حيوانية أو حشائش) ، كما تفيد فى تعقيم التربة . وبدون فعالية ونشاط هذه المخلفات ، فإنه يلزم استخدام مبيدات أقل ثباتاً فى التربة ، مما يؤدى إلى زيادة تكاليف عملية المكافحة .

وتظهر المبيدات درجات مختلفة من الثبات فى التربة ، حيث يرتبط الثبات بالتركيب الكيميائى للمبيد . ويتوقف معدل اختفاء المبيد Disappearance على كثير من العوامل البيئية والأرضية . والمبيدات التى ثبت حدوث ثبات لها فى التربة تخلق كثيراً من المشاكل ، وبالتالى لابد من أيجاد الحلول المناسبة للتغلب على هذه المشكلة . ويعتبر الحل الأقرب إلى الصحة هو تفادى زراعة المحاصيل الحساسة فى الأراضى التى عوملت من قبل بالمبيد الثابت . ولقد وضع كثير من العوامل التى تؤثر على معدل ثبات المبيدات فى التربة ، مثل : حموضة التربة ، وقوام التربة ، والمادة العضوية والكاتيونات التبادلية ، والكاتيونات الأحادية التكافؤ أو غيرها من المعادن ، والتفاعلات الكيميائية ، والتحليل الميكانيكى ، كما أن العوامل البيئية ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، وتسرب المبيد ، وأشعة وضوء الشمس ، والنشاط الميكروبى ، ونمو النباتات فى غاية الأهمية ، كما أن الخواص الطبيعية والكيميائية للمبيد تحدد مدى استجابته للعوامل السابقة .

ويجب أن يكون واضحاً فى الأذهان أنه تحت الظروف العادية فى الزراعة ، فإن معظم أو كل عوامل التربة والعوامل الجوية ليست فى متناول الإنسان لتعديلها أو التحكم فيها ، ومن هنا فإن المقصود من دراسة هذا الجزء إلقاء الضوء على الصورة الصحيحة لثبات ونشاط المبيدات فى الأراضى

الموضوعية تحت تصرفنا ، والتى يمكننا التحكم فيها – إلى حد ما – ومن هنا يتضح أنه من الصعب تحقيق فعالية ١٠٠٪ للمبيد .

ومن الضرورى عند استخدام أى مبيد فى التربة أن يكون فعالاً وبدرجة مرضية على الآفة المراد القضاء عليها ، دون الإضرار بالتربة أو النبات القائم فيها ، وأن يكون على درجة ثبات معينة تكفى لإحداث الأثر المطلوب ، ثم يختفى أو تقل كميته بدرجة غير مؤثرة على المحاصيل التالية ، وهذا ينعكس فى تعبير الثبات النسبى Relative Stability ، كما يجب أن يختفى المركب بسرعة قبل إحداث التأثير .

وسنتكلم بإيجاز عن أهم العوامل المؤثرة على معدل ثبات المبيدات فى التربة فيما يلى

١ – العلاقة بين التركيب الكيميائى للمركب ومعدل الثبات فى التربة

إذا نظرنا إلى مبيدات الحشائش من مجموعة الـ Triazine لوجدنا أن المركبات التى تحتوى على مجموعات ميثوكسى على حلقة البنزين أكثر ثباتاً من تلك التى تحتوى على الكلور أو الميثيل ثيو .

ولقد درس زيدان سنة ١٩٦٩ تأثير الطبيعة الكيميائية للمبيد وجرعته المستخدمة ، وكذلك فترة التعريض على معدل الثبات فى التربة . ولقد اتضح من النتائج المتحصل عليها أن معدل الثبات يختلف تبعاً لنوع وطبيعة المبيد الكيميائية . ولقد تأكدت هذه الحقيقة أكثر على الفترات القصيرة (الأسبوع الأول من المعاملة) ... ولقد وجد أن المبيد الكلورينى الهبتاكلور Heptachlor ، هو أكثر المبيدات ثباتا ، حيث كانت انهياره بسيطة للغاية ، أما المبيد الكارباماتى السيفين Sevin فقد أظهر انهياراً بطيئا وتدريجياً . ولقد كات المبيدات الفوسفورية Thiocron ، و Di-syston ، والتيميك Temik الكارباماتى من أقل المبيدات المستخدمة من حيث درجة ثباتها فى التربة ، أما على الفترات الطويلة ، فقد أظهرت المبيدات معدلات انهيار أكبر وبدرجات متفاوتة ، فكان الهبتاكلور أكثرها ثباتاً ، وانهيار ببطء وتدريجياً ، وكذلك السيفين ، أما التيميك والذى سيستون ، فقد أظهر معدلات انهيار سريعة ، حيث اختفى ٨٥٪ من الكمية الأصلية المستخدمة بعد ثلاثة أشهر وبالنسبة لمبيد الثيوكرون ، فقد كان أسرعها انهياراً وأقلها ثباتاً ، حيث اختفى تماماً فى نهاية الشهر الأول .

٢ – تأثير نوع التربة على معدل ثبات المبيدات

من الأمور المؤكدة اختلاف درجة ثبات المبيدات تبعاً لنوع التربة ، حيث كانت النسبة المئوية لمخلفات المبيدات فى الأرض الرملية أكبر منها فى الأرض الطينية بعد ثلاثة وستة وإحدى عشر شهراً من المعاملة ، وكذلك كانت فعالية وسمية المبيدات أعلى فى الأرض الرملية . ويلزم عند إجراء دراسات عن أثر نوع التربة على السلوك المبيدات أن يتم تنفيذها فى الحقل تحت ظروف وأماكن متباعدة

طبيعياً ، منعاً للتداخل ، وهذا نادراً ما يحدث . وعلى هذا الأساس ، فإنه من الصعب إلقاء الضوء على تأثير نوع التربة على الثبات فى التجارب الحقلية ، نظراً للتأثيرات المعقدة للطقس ، وخاصة الأمطار والحرارة . ويمكن إجراء مثل هذه الدراسات تحت الظروف المعملية ، أو فى الصوبات الزجاجية .

ولإيجاد العلاقة بين نوع التربة ومعدل الثبات يلزم التحكم أو تثبيت عوامل التربة ، مثل .. حرارة ورطوبة التربة ، وغير ذلك من العوامل البيئية المختلفة . وعلى سبيل المثال .. فقد وجد أن فقد السيمازين من التربة يكون كبيراً فى الأراضى ذات درجات الحموضة العالية ، عنها فى الأرض المتعادلة . وتزيد المواد العضوية من انهيار المركبات ، كما أن ادمصاص بعض المبيدات على سطح التربة قد يحميها من الانهيار والتحلل ، بينما فى بعض المبيدات الأخرى قد يساعد على تحللها مائياً . وتحدد الظروف والعوامل البيئية عموماً – إلى حد كبير – معدل اختفاء المبيدات . ومعظم الاختلافات فى معدل الثبات نتيجة للعوامل الجوية وتغيراتها يكون أساساً نتيجة لفعل عاملى الحرارة والرطوبة .

ولقد درس زيدان سنة ١٩٦٩ تأثير نوع التربة على معدل ثبات خمس أنواع من المبيدات بجرعات مختلفة . وقد وجد أن ثبات المبيدات يختلف اختلافًا كبيرًا تبعًا لنوع التربة ، حيث كان المعدل كبيراً فى الأرض الرملية ، عنه فى الأراضى الطينية ، وخاصة مع التركيزات المنخفضة من المبيدات ، حيث أدت زيادة الجرعة إلى زيادة معدل الثبات ، وهذا كان واضحًا جدًّا فى الفترات الطويلة .

٣ – تأثير العوامل الجوية على معدل ثبات المبيدات

يؤثر الطقس والعوامل الجوية على معدل اختفاء المبيدات من التربة عن طريق تأثيرها على التطاير والإزالة السطحية والتحرك للطبقات السفلى من التربة . وتقلل هذه العمليات من مخلفات المبيد فى التربة . كما تؤثر على الانهيار الضوئى والبيولوجى وغير البيولوجى ، حيث إن الانهيار الميكروبى يعتمد على ظروف مناسبة من الحرارة والرطوبة ، وكذلك يبدو أن الانهيار غير البيولوجى يتوقف على الحرارة والرطوبة أيضًا .

ولقد قارن بعض الباحثين تأثير إضافة الماء بثلاث طرق مختلفة على معدل ثبات الاترازين . ولقد وجد أن معدل الثبات كان كبيرًا فى الأرض التى رويت للسعة الحقلية مرة كل أسبوع ، بينما كان الثبات متوسطًا فى الأرض التى رويت للسعة الحقلية كل ٣,٥ أيام ، بينما كان الثبات قليلًا جدًّا فى الأرض التى تروى يوميًّا . وتؤثر رطوبة التربة على نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة التى تحلل المبيدات . وتعتبر الرطوبة الملائمة ذات تأثير ملحوظ على الانهيار ، بينما يؤخر تتابع زيادتها عملية الانهيار بواسطة الميكروبات الهوائية ، بينما تزيد من عملية التحلل بواسطة الميكروبات اللاهوائية . ويكون الانهيار غير البيولوجى قليلًا وبطيئًا فى الأراضى الجافة .

ولقد درس زيدان سنة ١٩٦٩ تأثير حرارة ورطوبة التربة على معدل انهيار الدايسستون ، والتيميك ، والسيفين ، والهبتاكلور . ووجد أنه كلما زادت درجة الحرارة ، ازداد معدل انهيار المبيدات ، وبالتالى ازدادت سرعة اختفائها من التربة ، وهذا يتوقف على طبيعة ونوع المبيد المستخدم . وأظهرت النتائج الخاصة بتأثير الرطوبة أن المبيدات المستعملة كانت أكثر ثباتًا فى الأرض الجافة ، تليها الأرض الدائمة الابتلال المغطاة ، وأقلها ثباتًا فى الأرض الرطبة غير المغطاة مما يدل على أن التحلل المائى ليس هو العامل الأساسى المحدد لانهيار المبيدات فى التربة .

٤ - تأثير الامتصاص بواسطة النبات على معدل ثبات المبيدات فى التربة

الامتصاص بواسطة النبات وتتابع عمليات التمثيل المختلفة أو بإزالة المحصول المزروع عند الحصاد قد تكون من العوامل التى تؤثر على معدل اختفاء المبيدات من التربة ، وهذا افتراض منطقى ، ولو أن هذا الطريق لإزالة وانهيار المبيدات لم يلق العناية الكافية فى الدراسة والبحث كغيره من الطرق والعوامل الأخرى .

وعلاوة على التأثير المباشر لامتصاص المبيدات بواسطة النبات على انهيارها ، فإن هناك تأثيرات غير مباشرة ، مثل : التظليل ، والنشاط الميكروبى ، والرى ، والصرف الموجود فى التربة المزروعة ، والتى تؤدى إلى قلة انهيار وتحلل المبيدات . وبعض هذه العوامل تزيد من الانهيار ، بينما البعض الآخر يقلل من حدوثه .

وهذا العامل منطقى من حيث تأثيره على الفقد ، فقد سبق القول إن مبيدات التربة سواء أكانت مبيدات حشائش أم مبيدات حشرية ستذوب ذوبانا نسبيًا عند الرى بواسطة الماء ، ثم يصبح جزء منها فى صورة حرة ، وهى التى سيحدث لها مختلف الظواهر فى التربة ، فجزء منها سيدمص على السطح ، وجزء سيتحرك أفقيًا ورأسيًا ، وجزء سيتحلل بواسطة جزيئات التربة نفسها ، وآخر بواسطة كائنات التربة الحية ، وجزء سيمتص بواسطة الشعيرات الجذرية ، وينتقل فى العصارة ، ويصعد لأعلى فى الأوراق ، ويمثل ويتحول لمركبات أخرى قد تكون أقل سمية أو أكثر سمية ، وهو بالتالى ينقص من الكمية الموجودة فى التربة ، ويعتبر مفقودًا عندما تحلل التربة نفسها . وهى نقطة بحاجة لدراسة مستفيضة على مبيدات الحشائش بصفة خاصة ...

٥ - تأثير نوع مستحضر المبيد على معدل الثبات فى التربة

وجد كثير من الباحثين أن معدل ثبات الاترازين كان كبيرًا فى التربة عندما استخدم على الصورة المحببة ، عما لو كان على صورة مسحوق قابل للبلل يكون معلقًا فى الماء ، بينما فى بعض التجارب الأخرى لم تظهر الفروق بين الصورتين بوضوح .

ولقد استخدمت مستحلبات الزيت فى الماء كمادة حاملة لمبيد الاترازين عندما استخدم بعد الإنبات بواسطة كثير من الباحثين . وأثير كثير من الأسئلة حول تأثير الزيت على معدل ثبات المبيد .

ولقد ظهر أنه يحتمل أن تقل المشاكل الناجمة من المخلفات فى التربة إذا استخدمت مخاليط الماء والزيت كمادة حاملة ، عما لو استخدم الماء وحده . وهذه نقطة تستحق الدراسة على المبيدات الحشرية المستخدمة فى التربة تحت الظروف المصرية .

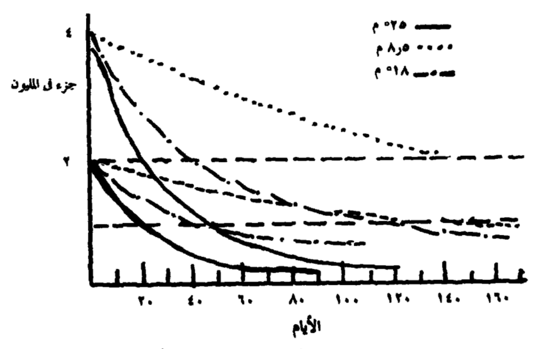
٦ – الثبات على الأعماق المختلفة فى التربة

ثبت أن وضع مبيدات الحشائش تحت سطح التربة يزيد من فعاليتها ، وهذا يمكن تفسيره على أساس زيادة معدل ثبات المواد الفعالة من المبيد فى التربة عند معاملته تحت السطح ، عنه لو استعمل على السطح نفسه .

ولقد أدى وجود مخلفات مبيدات الحشائش من مجموعة الـ Triazine تحت طبقة الحرث إلى ظهور العديد من التساؤلات حول مدى اختفاء وانهيار هذه المبيدات تحت الظروف الموجودة فى هذه الأعماق .

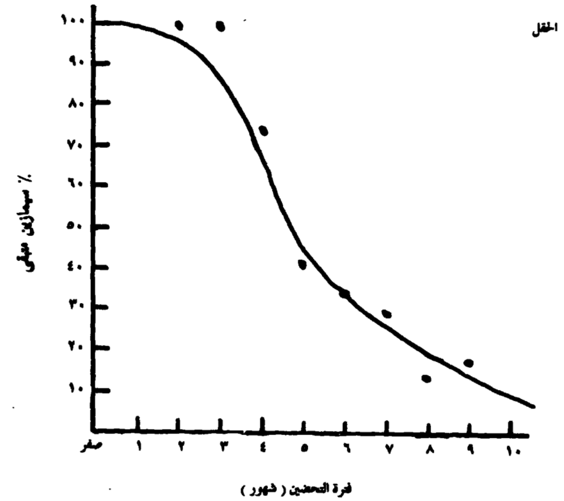
منحنيات الاختفاء Disappearance Curves

يعتبر اختفاء المبيدات فى التربة من التفاعلات الأولى First reaction ، حيث يتناسب معدل الفقد طرديًا مع التركيز . وأول من رسم منحنيات الاختفاء هو Burschel سنة ١٩٦١ ، وهى توضح العلاقة بين المخلفات والوقت ، كما فى الشكل (٢ – ٤) .



شكل (٢ – ٤) : إنهيار مركب السيمازين بتأثير درجات الحرارة فى الأرض المحتوية على ١٠٪ مادة عضوية

وعلى العكس من هذه النتائج ، فإن المنحنى الذى تحصل عليه Burnside وآخرون سنة ١٩٦١ أظهر أنه يتكون من ثلاث مراحل Phases شكل (٢ -٥) الأولى تعرف باسم Lag phase ، وفيها لايحدث أى فقد محسوس ، وهذه تكون متبوعة بالانحلال السريع . وفيها يتناقص تركيز المبيد بسرعة ، أما المرحلة لثالثة ، فيحدث فيها انهيار بطىء ، وبمعدلات متقاربة . وهناك كثير من الباحثين حصلوا على المرحلة الأولى ، وهى ترجع إلى احتياج الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المبيدات إلى عملية تكيف . وربما تحدث هذه المرحلة فى الحقل نتيجة لظروف غير ملائمة تؤثر على مختلف العمليات الأخرى . ولقد وجد كثير من الباحثين أنه عند تمثيل العلاقة بين الكميات المتبقية والزمن لم تحدث هذه المرحلة Lag ، حيث حدث انهيار سريع جدًّا بدون هذه المرحلة ، حيث كانت الكمية المتبقية فى العينة الأولى أقل من ٥٠٪ . ويبدو أن التطاير وكذلك التحول غير الميكروبى يؤديان إلى فقد كبير ومؤكد للمبيدات من التربة ، وهذا يمنع ظهور هذه المرحلة فى منحنيات السمية والاختفاء ، وكذلك عند حدوث عملية التكيف للكائنات الدقيقة . ويبدو أن هذه المرحلة تعتبر استثناءًا وليست قاعدة ، حيث وجد معظم الباحثين انحلالًا سريعًا جدًّا بعد المعاملة مباشرة ، واستمر بعد ذلك نتيجة لظروف جوية معاكسة تحت ظروف الحقل .



شكل (٢ - ٥) : إنهيار مبيد السيمازين فى الأرض غير المعقمة .

رابعًا : تأثير مبيدات التربة على الكائنات الدقيقة

ينقسم المشتغلون فى مجال وقاية النباتات إلى فريقين عند تناول موضوع أثر المبيدات على انكائنات الدقيقة فى التربة ، حيث يعتقد الكثيرون أن المبيدات لاتؤثر بدرجة خطيرة فى هذا المجال من منطلق رؤية ضيقة لمكونات التربة ، بينما يرى البعض خطورة وصول المبيدات للتربة على الاتزان الموجود بين مكوناتها الطبيعية والكيميائية والبيولوجية من منطلق الارتباط المباشر بين هذه المكونات والخصوبة والإنتاجية فى النهاية ، وهى الهدف الرئيس والمنشود لجميع الفئات العاملة فى مجال المبيدات والزراعة وغيرها .. وتؤكد دراسة الآثار الجانبية للمبيدات على الأراضى الزراعية قدرة وعظمة الخالق سبحانه وتعالى ، حيث يحدث خلل فى التوازن الموجود فى البداية ، ويستمر لفترات تقصر أو تطول حسب نوع المبيد والعوامل السائدة الأخرى ، وبعد ذلك تعود التربة لحالات الاتزان مرة أخرى ... وخطورة الموضوع أن المبيد قد يوجه للوقاية أو القضاء على آفة معينة ، وقد يحقق هذا الهدف — وبنجاح كبير — وفى المقابل تحدث تأثيرات غير مطلوبة ، كأن تحدث زيادة فى تعداد آفة غير مستهدفة ، مما يعقد من المشكلة .

وفى إحدى الدراسات التى أجريت بكلية الزراعة — جامعة عين شمس[1] — اتضحت أهمية نوع المبيد وتركيزه ، وكذا فترة مابعد المعاملة فى تحديد ثبات المبيدات الفوسفورية التى استخدمت فى الدراسة . ولقد أدت معاملة التربة بمبيدى الدروسبان والجاردونا إلى تنشيط نشاط الميكروبات بوجه عام ومثبتات النيتروجين الهوائية واللاهوائية ، وكذا بكتيريا التأزت ، مما يؤثر بالتالى على خصوبة التربة . ولقد أدت المبيدات الفوسفورية كذلك إلى زيادة مجموعة الفطريات ، خاصة مع الجاردونا ، والكوراكرون ، والسيولين . وبالإضافة إلى ماسبق .. أثرت المبيدات على الأملاح الذائبة ، خاصة الكاتيونات ، والأنيونات ، مثل : الكالسيوم ، والماغنسيوم ، والصوديوم ، والبوتاسيوم بدرجات تتفاوت تبعًا لنوع المبيد وعدد المعاملات . ولقد قسمت المبيدات التى تناولتها الدراسة إلى مجموعتين تبعًا لدرجة التأثير الأولى على تبادل الكاتيونات والأنيونات فى التربة الأولى تشمل النوفاكرون ، والسيولين ، والتمارون ، والتى سببت خللًا كبيرًا فى هذه المكونات ، والثانية تشمل الكوراكرون ، والدورسبان ، والجاردونا والتى سببت تأثيرًا بسيطًا أو معدومًا .

وفى دراسات أخرى عن دور الميكروبات فى تحليل المبيدات اتضح أن نمو البكتيريا والخميرة فى البيئات المعاملة بالمبيدات يتوقف على نوع المبيد والتركيز المضاف . ولقد تحلل الدورسبان بدرجة كبيرة بواسطة البكتيريا B.ceresus ، بينما كان تدهور الكوراكرون بسيطًا بواسطة الميكروكوكس Micrococcus . وتشير بقية النتائج إلى أهمية تحديد نوع الميكروب المسئول عن تدهور كل مبيد يضاف إلى التربة ، حتى يمكن استخدامه فى حالات التخلص من تلوث التربة الخطيرة نتيجة للإفراط فى الاستخدام . ولقد ثبت من الدراسة كذلك أن أهم الفطريات التى تم عزلها من التربة المعاملة بالمبيدات الفوسفورية هى : الإسبرجيللس ، والبنيسيليوم من بين ١١٤ سلالة من انفطريات . ولقد

وجد أن هذين الجنسين يستطيعان النمو عند كل التركيزات المختبرة من كل من التمارون ، والدورسبان ، والجاردونا ، ويقل النمو تدريجيًا بزيادة تركيزات المبيدات الأخرى . وأوضحت الدراسة أن هذين الجنسين يقومان بتحليل جزء كبير من الدورسبان والجاردونا ، وذلك بعد ٤ أيام من التحضير على درجة ٢٥°م . وهذا البحث يوضح أهمية الفطريات فى تحليل بعض المبيدات التى تضاف إلى التربة ، مقللة بذلك تأثيرها السام على بعض الميكروبات الهامة فى التربة الزراعية .

أثر المبيدات على التعداد الكلى للكائنات الدقيقة

فى دراسة عن أثر المبيدات على التعداد الكلى للكائنات الدقيقة فى التربة اتضح أن التأثير يتوقف على الطبيعة الكيميائية للمبيدات ، وكذا حساسية الكائنات الدقيقة . ولقد أدى التمارون والسيولين إلى تنشيط كل الميكروبات المختبرة ، بينما أظهر الكوراكرون تأثيرًا تثبيطيًا عليها جميعًا . أما المونوكروتوفوس ، فقد سبب زيادة نمو مجموعة الفطريات فقط ، وكذلك اتضح أن الكثافة العددية للاكتينوميسيتس ، الفطريات ، ومحللات السليلوز اللاهوائية تزداد تدريجيًا فى الأراضى المعاملة بالمبيدات ، بينما سجل نقصًا واضحًا فى تعداد الخميرة ومحللات السليلوز الهوائية .

وقد أحدثت جميع المبيدات المختبرة تأثيرات ضارة على البكتيريا المثبتة للنيتروجين ، وكذلك البكتيريا العقدية ، خاصة خلال الأسابيع الأربعة الأولى من المعاملة .

ولقد اتضح مدى خطورة الإسراف فى استخدام مبيدات الحشائش فى التربة ، حيث إن عملية تبادل الكاتيونات فى مستخلص التربة (١ : ٢٠) تأثرت بدرجة كبيرة بمبيد الجرامكسون ، بينما لم يحدث الكوتوران أية تأثيرات تذكر . وكلما زاد تركيز الباراكوات ، ازداد تبادله مع الكاتيونات المدروسة بدرجة كبيرة ازدادت بمضى الوقت بعد المعاملة .

ولقد أجرى العديد من الدراسات على تأثير مبيدات الحشائش على النشاط الكلى للميكروبات فى التربة ، والذى يقاس بمعدل انفراد ثانى أكسيد الكربون . وعندما أضيف مبيد السيمازين بمعدل ٣٠٠ كجم/هكتار ، كان معدل انفراد ك أ٢ = ٢٦٤ بعد عشرة أيام فى مقابل ٢٥٩ فى الأرض غير المعاملة . وحدث نفس الشئ عندما أضيف مبيد الترباىزين بمعدل ٨١٠٠ جزء فى المليون ، وسجل العكس فى تجارب أخرى ، حيث حدث نقص فى معدل انفراد ك أ٢ بعد إضافة ١٠٠ جزء فى المليون إلى التربة . ومن المطمئن أن التأثير التثبيطى لم يَدُم سوى ٢٨ يومًا ، ثم عادت الميكروبات إلى نشاطها العادى ، وذلك بعد المعاملة بالمونيورون ، والديورون وغيرها من مركبات اليوريا . وفى تجربة واحدة استمر خفض التعداد لمدة ٥٥ يومًا . ويرى المؤلفون أن نوع التربة يلعب دورًا هامًا فى هذا الخصوص ، حيث يحدث النقص – وبوضوح – فى الأرض الغنية بالمواد العضوية ، ولو أن معدل الخفض لايرتبط بمستوى المادة العضوية .

وبالنسبة للتأثير على الطحالب وجد الباحثان « كايزر ، ريبر » عام ١٩٦٦ أن عدد الطحالب حول جذور الذرة المزروع فى وسط مائى عومل بجرعة كبيرة من الاترازين نقص بشدة ووصل إلى ١٥٠٠ ، بينما بلغ التعداد غير المعامل ٢٥٠,٠٠٠ (ربع مليون) ، ومن ثم يمكن استخدام بعض الطحالب لقياس مدى تلوث التربة بمبيدات الحشائش ، نظرًا لشدة حساسيتها ، بالمقارنة مع الطرق الكيميائية وغيرها من الكائنات الحية الأخرى . وفى التربة الغنية بالمواد العضوية يكون معدل خفض التعداد أقل من تلك الفقيرة فى المواد العضوية . ويمكن تفسير ذلك بادمصاص وفقد كمية كبيرة من المبيدات فى الوسط الغنى بالمواد العضوية .

ولقد أجريت تجارب عديدة على تأثير مبيدات الحشائش على الفطريات ، وأعطت نتائج متباينة ، حيث أعطت ٦ تجارب تأثيرًا تنشيطيًّا (زيادة عدد الفطريات) ، بينما أعطت ثمانى تجارب تأثيراً تثبيطيا (نقص التعداد) ومن الثابت ضرورة تقدير التعداد لفترات طويله حيث تحدث الزيادة أو النقص بعد ١٠ — ١٥ شهرًا من المعاملة . وقد تحدث زيادة بعد خمسة أشهر من حدوث النقص فى تعداد الفطريات . وجميع الباحثين وجدوا عودة للتعداد العادى بعد فترات تطول أو تقصر من المعاملة بمبيدات الحشائش . ولقد سجل أحد الباحثين زيادة فى تعداد الفيوزاريوم بعد إضافة جرعة منخفضة من الاترازين .

ولقد حدثت تأثيرات متباينة بعد استعمال مبيدات الحشائش فى التربة بالنسبة لتعداد الأكتينوميسيتس ، وحدث نفس الشىء بالنسبة للبكتيريا المثبتة للنيتروجين . ولقد ظهرت قلة حساسية الازوتوباكتر لمركب التربازين وقد تزيد معدل وكفاءة التثبيت بعد المعاملة . ولهذه المركبات تأثيرات بسيطة على البكتيريا العقدية التى تعيش معيشة تكافلية مع النباتات البقولية .

دور الميكروبات فى تقليل وانهيار المبيدات

إذا تناولنا دور الميكروبات فى تحليل وانهيار المبيدات يمكن الإشارة فى البداية إلى أن الميكروبات تمثل أقل قليلًا من ٠,١٪ من حجم التربة ، ولكنها مسئولة عن العديد من تفاعلات ودورات التحول للعناصر والطاقة فى الطبيعة . والتعداد فى البكتيريا مرتفع ١٠ لكل جرام تربة ، وقد يصل طول الهيفات لبعض الفطريات إلى بضع مئات أو آلاف الأمتار فى جرام التربة الواحد ، وقد تصل كتلة الميكروبات فى الهكتار إلى عدة أطنان . وتوجد الميكروبات فى التربة فى نظام ديناميكى متزن نتيجة للتداخلات بين العوامل الحيوية وغير الحيوية ، وعلى سبيل المثال .. فإن عدد الكائنات الدقيقة ، والنشاط الحيوى ، والصفات الطبيعية والكيميائية فى منطقة الجذور تختلف عنها فى المناطق البعيدة . ولقد ثبت مقدرة الميكروبات على هدم العديد من الكيميائيات ابتداء من السكريات البسيطة ، والأحماض الأمينية ، والبروتينات ، والليبيدات .. حتى المواد الأكثر تعقيدًا ، مثل : مخلفات النباتات ، والشموع ، والمطاط . وبدون نشاط الميكروبات فى هدم هذه المركبات ، لكانت تجمعت وأحدثت تلوثًا رهيبًا فى البيئة .

وفى مجال العوامل التى تؤثر على النشاط الميكروبى ودوره فى هدم المبيدات نجد أن العوامل البيئية وأساليب الزراعة وصفات المبيد هى أهم العوامل فى هذه الخصوص . وهذه العوامل قد تتداخل مع بعضها ، بحيث يصعب الحكم على دور كل منها منفردًا . فدراسات سلوك ومصير المبيدات فى التربة يجب أن تجرب على تربة لها صفات قريبة من الطبيعة بقدر الإمكان ، بحيث تتداول التربة على أنها نظام حى ، وليس كمجرد عينة جيولوجية . فلقد ثبت أن تجفيف التربة هوائيًا وطول فترة التخزين والتجميد والطحن كلها عوامل تؤثر على دور التفاعلات الإنزيمية ، ومن ثم تحدث تحويرات فى تركيب وكثافة تعداد الكائنات الدقيقة ، ودرجة حرارة التربة ، والرطوبة ، والتى ثبت أن لها دورًا كبيراً فى هدم مبيدات الحشائش على وجه الخصوص .

ولابد من إعادة النظر فى طرق ووسائل تقييم العلاقة بين المبيدات والكائنات الدقيقة فى التربة الزراعية .. والجدول (٢ – ٥) يوضح أهم الميكروبات التى تلعب دورًا هاما فى انهيار المبيدات بأنواعها المختلفة ..

جدول (٢ – ٥) : أهم الكائنات الدقيقة التى تحلل مبيدات الآفات

الكائنات الدقيقة	المبيـــــدات
أكروموباكتر	كلوربروفام – ٢ و٤ – د – د.د.ت – MCPA – ٢ و٤ و٥ – تى
أيروباكتر	د.د.ت – أندرين – ميثوكسى كلور
أجروباكتريوم	كلوربروفام – دالابون – د.د.ت – بيكلورام – TCA
الكاليجينيس	دالابون – ماليك هيدرازيد – TCA
ألترناريا	دالابون
أرثروباكتر	٢ و٤ – د – دالابون – ديازينون – إندوثال – بيكلورام – سيمازين – MCPA
أسبرجيللس	أترازين – TCA – ٢ و ٤ – د – دايفيناميد – أندرين – لينورون – MCPA – مونيورون – PCNB – بيكلورام – برومترين – سيمترين – نيلوردين – ترايكلوروفون
باسيللس	MMDD – دالابون – د.د.ت – ديلدرين – EPN – هبتاكلور – لينورون – ميثايل باراثيون – مونيورون – باراثيون – بيكلورام – سوميثيون – TCA
باكتيريودز	ترايفلورالين
بوترايتس	بيكلورام
سيفالوأسكس	PCP

جدول (٢ — ٥) : يتبع .

الكائنات الدقيقة	المبيدات
سيفالوسبوريوم	أتزارين — برومترين — سيمترين
كلادوسبوريوم	د.د.ت — لندين — باراكوات
كورينباكتريوم	٢و ٤ — د — دالابون — د.د.ت — MCPA—DNOC—DNBP — باراكوات
أروينيا	د.د.ت
أسشيريشيا	أميترول — د.د.ت — لندين — برومترين
فلافوباكتريوم	كلوربروفام — ٢ و ٤ — د — دالابون — ماليك هيدرازيد — MCPA — بيكلورام — TCA
فيوزاريوم	ألدرين — أترازين — د.د.ت — هبتاكلوز — PCNB — سيمازين — ترايكلوروفون
جلوميريللا	PCNB — ثيرام
هيلمينثوسبوريوم	PCNB — بيكلورام
كورثيا	د.د.ت
لاشنوسبيرا	ترايفلورالين
لايبومايسيز	باراكوات
ميكروكوكس	دالابون — TCA
ميكرومونوسبورا	هبتاكلور — TCA
ميوكور	د.د.ت — MCNB
مايكوبلانا	٢ و ٤ — د — MCPA — ٢ و ٤ و٥ — تى
ميروثيكيوم	PCNB
نيروسبورا	كلورونيب
نوكارديا	كحول الأليل — ٢ و ٤ — د — دالابون — د.د.ت — هبتاكلور — PCNB — بيكلورام — TCA
بنيسيلليوم	ألدرين — أترازين — MMDD — دالابون — هبتاكلور — مونيرون — PCNB — بيكلورام — برومترين — بروبانيل — سيمازين — تيلودرين — ترايكلوروفون
بروتيس	د.د.ت
بسيدوموناس	كحول الأليل — كلوربروفام — ٢ و ٤ — د — دالابون — د.د.ت — د.د.ف.ب ديازينون — ديلدرين — DNBP — DNOC — أندرين — ملاثيون — MCPA — مونيورون — PCP — فورات — سيمازين — TCA
ريزوكتونيا	كلورونيب

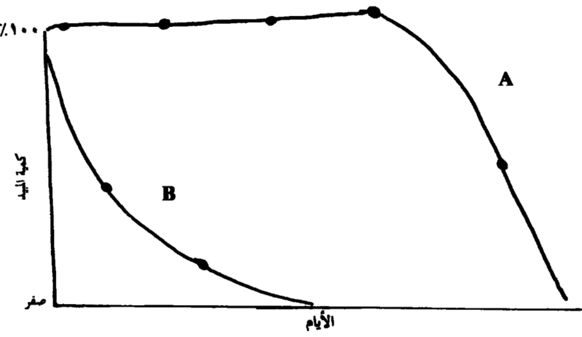
جدول (٢ — ٥) : يتبع .

الكائنات الدقيقة	المبيـــدات
ريزوبس	أترازين – دينوكس – هبتاكلور
ساكاروميسيس	كابتان – بيكلورام
ساركينا	مونيورون
سيراتيا	د.د.ت
سبوروسيتوفاجا	٢ و٤ – د
ستربتوكوكس	د.د.ت – هبتاكلور
ستربتوميسيس	دالابون – ديازينون – PCNB – سيمازين
ثيوباسيللس	فورات
توريولوبسيس	فورات
تراماتس	PCP
ترايكودراما	ألدرين – كحول الأليل – أتلازين – د.د.ت – د.د.ف ب – ديازينون – ديلدرين – دايفيناميد – هبتاكلور – ملاثيون – PCNB – PCP – بيكلورام – سيمازين – ICA
زانثوموناس	مونيورون

ومن المعروف أن الانهيار البيولوجي من أحد العوامل الرئيسة التي تؤثر على الأثر الباق وسمية العديد من المبيدات فى التربة . وتعمل الكائنات الدقيقة على المبيد بعدة وسائل ، وأهمها التكسير أو التمثيل ، والأخرى تتمثل فى زيادة سمية ونشاط المبيدات القليلة السمية فى الأساس . وهناك طريق ثالث يتمثل فى تحويل الجزىء السام إلى مركب آخر ذى تأثير نافع على النباتات الراقية ، أو أحياء التربة ، أو الكائنات الدقيقة الأخرى . ولقد ثبت من العديد من الدراسات أن كائنات التربة الحية تستطيع أن تستخدم مبيدات الحشائش من مجموعة الأترازين كمصدر للطاقة . ولقد تم عزل العديد من هذه الميكروبات ، مثل : البكتيريا ، والفطريات ، والأكتينومايسيتس . والميكانيكية التى بمقتضاها تتمكن ميكروبات التربة من تكسير المبيدات مازالت غير مفهومة حتى الآن بدرجة كافية . ولقد أعلن « Audus » عام ١٩٦٠ احتمالات تكوين طفرات أو إنزيمات . والطفرات لها مقدرة على تحطيم أو تمثيل المبيد كما لو كان مادة مغذية . ولقد تم وصف الفترة الأولى بعد إضافة المبيد والمعروفة بالاصطلاح « Lag phase » ، حيث تحدث فيها زيادة كبيرة فى نشاط وتعداد الميكروبات حتى تصل إلى مستويات قادرة على تحطيم المبيدات بدرجة كافية . وهذا السلوك يحدث مع العديد من المبيدات ،

ومن ثم لايمكن إرجاع تكسيرها إلى زيادة تعداد الميكروبات بإطلاق عام ، ولكن التفسير الوحيد هو حدوث طفرات غير عادية فى بعض الحالات قادرة على تكسير وتمثيل المركب .

لذلك .. فهناك نظرية تؤيد مرور فترة من الوقت بعد معاملة المبيد يحدث فيها إنتاج إنزيم قادر على أن يكيف نفسه مع الظروف الجديدة (وجود المبيد) حتى تحلل المبيد . ويعيب هذه النظرية أن الميكروبات لن تدوم فى التربة بعد تمام انهيار المبيد . وعند معاودة إضافة نفس المبيد ، فإن الميكروبات تحتاج لفترة Lag period لازمة حتى يتأقلم الإنزيم مرة أخرى ويقوم بعمله ، بينما الطفرات تستطيع القيام بعملها فى غياب المبيد (الذى يعتبر كوسيط) .. شكل (٢ - ٦) يوضح هذه الفترة اللازمة إما لتكسير الطفرات ، أو زيادة التعداد ، أو أقلمة الإنزيم .



شكل (٢ - ٦) : العلاقة بين انهيار المبيد ونشاط الميكروبات .

والسؤال الذى يوجه لعلوم الميكروبيولوجى والكيمياء الحيوية هو ما إذا كانت ميكانيكية الانهيار التى تحدث فى الأنظمة الخارجية in vitro تماثل أو تقارب مايحدث فى الأنظمة الداخلية in vivo . ولقد ثبت من الدراسة المقارنة بين سلوك مبيد الأترازين فى الأراضى المعقمة والعادية غير المعقمة أن العوامل التى تؤثر على النشاط الميكروبى تؤثر أيضًا على ثبات المبيد فى التربة . ومن هذا المفهوم نجد أن سرعة انهيار مركب فى التربة لاتعنى بالضرورة حدوث ذلك نتيجة لزيادة النشاط الميكروبى فى التربة ، ولكن قد يكون نتيجة لزيادة ذوبان المركب ودخوله فى التفاعلات ، وقابلية المركب

A = الفترة الأولى اللازمة لزيادة نشاط الميكروبات ، وفيها يحدث فقد ضعيف ، يليه فقد سريع للمبيد .

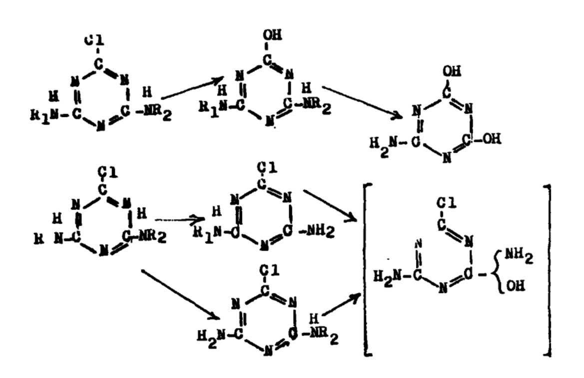
B = فقد سريع عند إضافة المبيد للمرة الثانية نتيجة لتوفر تعداد مناسب من الآفات .

للمهاجمة بواسطة الميكروبات . ولقد ثبت أن الميكروبات تنشط فى الأرض الغنية بالمواد العضوية . وزيادة الأخيرة يصاحبها نقص فى الأثر الباقى الضار ، ومن ثم فإن إضافة المواد العضوية للتربة يزيد من انهيار الترايازين . ولقد وجدت علاقة مؤكدة بين معدل ادمصاص هذا المركب والمحتوى العضوى ، ولايعرف حتى الآن انعكاس ذلك على الانهيار الميكروبى ، ولكن ثبت أنه فى البيئات النقية ، حيث لايوجد ادمصاص ، فإن الانهيار الميكروبى للترايازين يزداد بإضافة بعض المواد الإضافية كمصادر للكربون .

ويزداد النشاط الميكروبى فى التربة بزيادة درجة الحرارة ، حيث زاد معدل انهيار السيمازين بمقدار ٣,٥ مرة مع ارتفاع الحرارة من ٨,٥ إلى ١٨,٠°م ، بينما زيادة الحرارة مرة أخرى إلى ٢٥°م ضاعفت معدل الانهيار عن الحالة الأولى (٧ مرات) . ولقد اتضح ثبات المركب فى المناطق الباردة لفترات طويلة ، بينما فى المناطق الاستوائية لم يثبت أكثر من ٦٠ يومًا . ويزداد معدل ادمصاص الأترازين بنقص الحرارة . وهناك تأثير غير مباشر لزيادة الحرارة يتمثل فى زيادة ذوبان المركب . وهذان التأثيران (الانفراد والذوبان) يحدثان بالتتابع المستمر ، وهما معًا يقللان من الادمصاص بالإضافة إلى زيادة النشاط الميكروبى فى المناطق الدافئة .

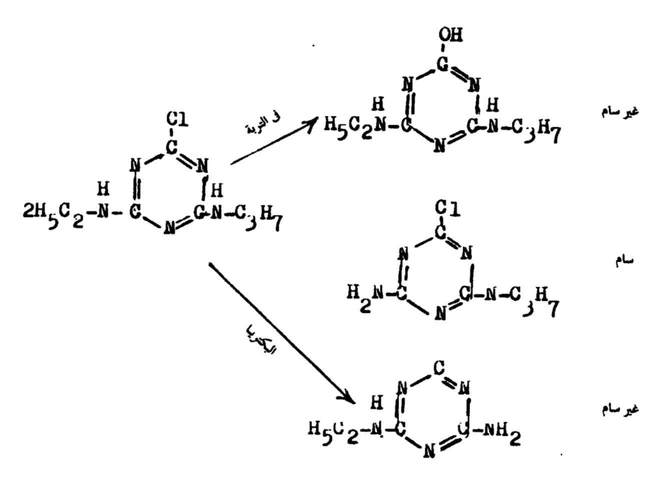
ولقد ثبت كذلك أن درجة حموضة التربة ومحتواها من الرطوبة ودرجة التهوية تؤثر بدرجات متفاوتة على نشاط الميكروبات . فالبكتيريا والأكتينوميسيتس يكونان أكثر نشاطًا فى الأرض القريبة من التعادل أو القلوية والرطبة ، بينما تنشط الفطريات كثيرًا فى الأراضى ذات مستوى الرطوبة المنخفض ودرجات الحموضة المنخفضة ، ولذلك يزداد انهيار المبيدات فى الأراضى الحامضية بفعل معظم الفطريات ، على أن تكون الرطوبة منخفضة فى التربة . ويتناسب ادمصاص مبيدى الأترازين والسيمازين عكسيًّا مع درجة حموضة التربة . وللأسف . لم يدرس بعناية تأثير درجة الحموضة وتبادل الكاتيونات على الأثر الباقى الضار على النباتات ، وكذلك الانهيار الميكروبى . ولقد لوحظ كذلك حدوث انهيار للأترازين تحت ظروف لاهوائية ، وهذه تشمل عمليات التحلل المائى ، وكذلك انفراد كميات ضئيلة من ك أ٢ . والانهيار البسيط تحت هذه الظروف مرجعه إلى ملاحظة ضرر قليل للنباتات التى تنمو فى الطبقة السطحية من التربة ، بالمقارنة بتلك التى تنمو تحت التربة ، بالرغم من تساوى كميات السيمازين التى أضيفت إليهما فى البداية . ولقد وجدت كميات عالية من الأترازين على عمق ١٥ بوصة (٦٠٪) ، بينما كانت الكميات ضئيلة فى الطبقة السطحية (٣ بوصات) . ونظرًا لوجود تناظر بين ثبات الترايازين والعوامل البيئية والنشاط الميكروبى ، فإنه استنتج أن الميكروبات هى المسئولة عن تدهور هذه المركبات فى التربة ... ولقد وجد « Harris » عام ١٩٦٥ أن مشتقات الهيدروكسى فى الوضع (٢) تمثل غالبية المركبات الناتجة من انهيار المركبات الأصلية فى التربة ، ولم ينجح مركب آزيد الصوديوم – وهو مثبط للميكروبات – فى التقليل من تجمع مشتقات الهيدروكسى لمركبات السيمازين ، والأترازين ، والبروبازين فى التربة

خلال حضانة مدتها ٨ أسابيع . ولقد تتبع الباحث « Skipper » عام ١٩٦٦ انفراد ك أ ٢ من الحلقة ومن السلسله الجانبية للأترازين فى التربة المعاملة ، ووجد أن ١,٤ – ١,٦٪ انفردت من السلسلة ، وحوالى ٠,٤ – ٠,٥٪ من الحلقة بعد أسبوعين من المعاملة ، بينما تكون الهيدروكسى أترازين بمقدار ٢٠٪ فى كل من الأرض المعقمة وغير المعقمة . وهذه النتيجة تعنى أن الخطوة الأولى فى انهيار الترايازين هى الأيدروكسلة الكيميائية ، ومازالت احتمالات تكوين هذا التفاعل للهيدروكسى اس ترايازين محل تساؤل . وهذا المشتق يتكون تحت الظروف الحقلية ، وخاصة عند درجات الحرارة المرتفعة (أعلى من ٣٠°م) ، وحموضة منخفضة (٥,٥) . ويزداد هجوم الفطريات تحت ظروف الحموضة المنخفضة ، بينما تلائم الظروف المتعادلة البكتيريا بدرجة أكبر ، ويسود التحلل المائى مرة أخرى عند درجة حموضة ٨,٥ (قلوية) . ولقد تأكد أن الرطوبة والحرارة المنخفضة غير ملائمة لكل من الانهيار الميكروبى والكيميائى للكلورو إس ترايازين فى التربة . ولايمكن إنكار دور الصفات الطبيعية والتهوية والمحتويات العضوية وغير العضوية على درجات الانهيار الميكروبى والكيميائى والشكل (٢ – ٧) يوضح مسار الانهيار الميكروبى لمركب الكلورو – اس – ترايزين .



شكل (٢ – ٧) : مسار الانهيار الميكروبى الكلورو – إس – ترايزين .

وفيما يلي مسار تمثيل مركب الاترازين وتحوله إلى نواتج تمثيل سامة وغير سامة شكل (٢ — ٨) .



شكل (٢ – ٨) : مسار الانهيار الميكروبي لمركب الأترازين .

الفصـــل الثـالث

التأثيرات الجانبية على النباتات

أولاً : مقدمة

ثانياً : معايير التأثيرات الجانبية للمبيدات على النباتات .

الفصل الثالث

التأثيرات الجانبية
على النباتات

أولاً :مقدمة

لقد ثبت أن معظم مبيدات الآفات التى تستخدم على النباتات تحدث تأثيرها بعد أن تنفذ من خلال الأنسجة النباتية ، وتنتقل خلال أعضاء النبات ، ومن ثم تتدخل فى النشاط التمثيلى للنبات مما يترتب عليه حدوث تغيرات فى التركيب الكيميائى للنبات . والتأثير يختلف تبعاً لنوع وطبيعة المبيد المستخدم ، وكذا نوع النبات المعامل . ولقد أحدثت بعض المبيدات الفوسفورية تأثيرات ضارة على نباتات القطن . ويحتمل أن تتضمن العوامل المؤثرة فى هذا الخصوص حالة النبات والعمر ، والظروف البيئية السائدة حول النباتات ، ونوع التربة ، وطريقة المعاملة ...الخ . ولقد أحدثت بعض مبيدات الحشائش تشوهات على نباتات لم تعامل بها أساساً (غير مستهدفة) ، ومثال ذلك تأثير مخلفات الكوتوران على نسبة إنبات بذور القمح التى تزرع بعد القطن .

وأية ظواهر غير عادية تحدث للنباتات من جراء استخدام مبيدات الآفات ، حتى ولو كانت بسيطة ، تحدث نتيجة للتأثير على فسيولوجيا وبيوكيمياء الخلية النباتية . ومن المتفق عليه أن تأثير الكيميائيات على تمثيل وتركيب النبات الحى فى غاية التعقيد ، وهى نادرة الحدوث بصورة خطيرة ، ولكنها قد تتم بسرعة وبدرجة واضحة . والعوامل التى تحدث هذه التغيرات تنحصر فى المبيد نفسه والنبات والبيئة .

والمحصلة النهائية لتأثير المبيدات لا تتحدد فقط نتيجة لطبيعة ونوعية المبيد ، ولكن لنوع المستحضر ، والتركيز المستخدم ، ودرجة الحموضة ، والمادة الحاملة ، والمواد المبللة ، وطريقة المعاملة ، وحجم القطرات أو الجسيمات فى حالة المبيدات الصلبة ، ونوع النبات والجزء من النبات الذى يعامل بالمبيدات ، وعمر النبات ، وحالة النمو ، وكثافة وظروف المكان المزروع فيه النبات قبل زراعته ولسنوات سابقة . كل هذه العوامل تلعب دوراً فى تحديد استجابة النبات للمبيدات ، علاوة

على الظروف الجوية السائدة ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، وشدة الضوء عند المعاملة وخلال فترة عمل المبيد على النبات ، وكذلك طبيعة التربة ، وقابلية العناصر الغذائية للنبات . ولا يجب إغفال العديد من المتغيرات فى هذا الخصوص .وبالبحث فى المراجع اتضح حدوث تنشيط فى نمو بعض النباتات عند معاملتها بتركيزات منخفضة من المبيدات ، كما فى مبيد الحشائش الهرمونى ٤,٢ ــ د ، وهذه قد تؤدى إلى زيادة المحصول .

ولقد مرت دراسات التأثيرات الجانبية على النباتات فى مراحل متعددة من الناحيتين العلمية والتاريخية . ومازلنا نتطلع إلى معايير أكثر دقة يمكن بواسطتها الحكم على الدور الذى تلعبه المبيدات على النباتات . ويمكن سرد ــ وبإيجاز شديد ــ هذه المراحل فيمايلى :

ثانياً : معايير التأثيرات الجانبية للمبيدات على النباتات

١ ــ التغييرات المورفولوجية للنبات والإنتاجية

بدأ قياس علاقة المبيدات بإنبات التقاوى فى الخمسينات ، خاصة فى حالة المبيدات التى تعامل بها البذور ، أو تستخدم مباشرة على التربة لوقاية البذور ، أو لحماية المجموع الجذرى أو المجموع الخضرى ، كما فى حالة المبيدات الجهازية الحشرية ، مثل : الدايسستون ، والثيميت ، وكذلك مبيدات مكافحة الحشائش والنيماتودا أو الفطريات وغيرها . ولقد تطلب ذلك طرقاً خاصة للمعاملة ، ومعايير خاصة للتقييم ، نظراً لتعدد العوامل المؤثرة فى هذا الخصوص ، حيث لايقتصر الأمر على المبيدات والبذرة فقط ، بل تلعب حالة التربة ونوعيتها والظروف السائدة فيها ، وغير ذلك دوراً أكثر أهمية فى هذا المجال . وكانت الصورة أكثر تعقيداً فى حالة النباتات البقولية التى تعيش معيشة تكافلية مع البكتيريا العقدية المثبته للنيتروجين الجوى ، مما تطلب معاملة خاصة بطرق خاصة وفى مواعيد معينة . ولقد قطعت الهند شوطاً ناجحاً فى هذا الخصوص . وتأتى معاملة بذور القطن ، وفول الصويا ، والخضروات فى مصر بالمطهرات الفطرية التى تحميها من الفطريات التى تسكن التربة فى المقام الأول الذى يؤثر على إنتاجية هذه المحاصيل الحقلية ذات الأهمية القصوى للاقتصاد القومى ، حيث إن أى فشل فى نسبة الإنبات يقلل الإنتاجية لحد خطير . وبذور القطن ذات طبيعة خاصة ، حيث يوجد على سطحها زغب ، وهو يمثل تحدياً فى كفاءة طريقة المعاملة ، حيث يتركز المبيد عليه ، خاصة حول الجنين . وقد تفشل البذرة فى الإنبات تماماً ، مما يستدعى إزالة الزغب وهو سليلوزى التركيب باستخدام حامض الكبريتيك المركز بطريقة معينة ، حتى لا نحصل على نتيجة عكسية . وفى الستينات جرت محاولات فى كلية الزراعة ــ جامعة عين شمس ــ لمعاملة بذور القطن بالمبيدات الجهازية من خلال آلة صممت خصيصاً لهذا الغرض ، وللأسف الشديد نجحت الماكينة وفشلت المعاملة فى النهاية ، حيث كان عدد النباتات فى الفدان قليلاً جدا ، بالمقارنة بطريقة الزراعة العادية .

واعتمدت الدراسات الأولى على معايير التغييرات المورفولوجية لنمو النباتات ، ومثال ذلك .. علاقة المعاملة بالمبيدات على نمو المجموع الجذرى (الطول والكثافة ..) وطول الساق ، وعدد العقد والأفرع الخضرية والثمرية ، وعدد الأوراق ، ومساحة الورقة ، ووزنها ، وعدد البراعم الزهرية ، ومنحنى التزهير ، وعدد الثمار ، ووزن كل منها ، وغير ذلك من المعايير . ولقد تضاربت النتائج فى هذا الخصوص تبعًا لنوع المبيد والتركيز المستخدم ، والنبات وميعاد الزراعة ، وطرق المعاملة ... الخ . فلقد وجد « أشدون وكاردفر » عام ١٩٥٢ حدوث تأثيرات خطيرة على النباتات نتيجة للمعاملة بالمبيدات ، بينما أشار « جوين » عام ١٩٥٥ إلى أن مبيد الباراثيون لم يحدث تأثيرًا تنشيطيًّا على النمو الخضرى لنباتات القطن ، بينما أشار « هاسكايلو » عام ١٩٥٧ إلى نقص وزن اللوز وعدد البذور فى لوزة القطن نتيجة لمعاملة التقاوى بمبيد الثيميت بتركيزات مرتفعة ، كما أن الأجنة كانت كبيرة الحجم ، بالمقارنة مع غير المعاملة . ولقد أشار « دوبسون » عام ١٩٥٨ إلى حدوث نقص فى استطالة بادرات القطن التى عوملت بذرتها بالدايسستون ، وحدث تأخير فى التزهير ، ونقص معدل النمو فى مراحله الأولى ، ثم نقص ملحوظ فى إنتاجية النباتات الناتجة من البذور المعاملة . ومن أكثر المشاهدات فى هذا الخصوص حدوث تقزم فى النباتات المعاملة بالمبيدات نتيجة لقتل المناطق المرستيمية فى السيقان . ونتيجة للتضارب فى النتائج اتفق على أن التأثيرات الضارة للمبيدات لابد أن تنعكس على معدل تكوين المادة الجافة فى النباتات المعاملة ، ومن ثم تتأثر الإنتاجية . فلقد أظهرت بعض النتائج زيادة طفيفة فى الوزن الجاف بعد المعاملة ، سواء فى الأوراق أم السيقان ، بينما حدث العكس فى المعاملات الأخرى ، حيث تناقص الوزن الجاف . ومن المؤسف والمحير أن الباحثين لم يتوصلوا إلى إيجاد علاقة بين التغيير فى هذا المعيار وبين الإنتاجية ، حيث كان من المتوقع حدوث علاقة موجبة ، ولكن ظهرت تناقضات كبيرة فى هذا الخصوص فى النباتات ذات الصنف الواحد التى عوملت بالمبيد الواحد .. ولقد أشار بعض الباحثين إلى حدوث نقص فى معدل النتح فى نباتات عباد الشمس ، وزيادة معدل فقد الماء فى الشوفان نتيجة لزيادة الضغط الإسموزى بعد تحلل المركبات النيتروجينية والكربوهيدراتية أو تجمع العناصر المعدنية .

ومن التناقضات ماوجده « براون » عام ١٩٦٢ من عدم حدوث أية تأثيرات ضارة على طول السلاميات ، وعدد العقد ، وارتفاع النبات ، ونسبة التلون وسقوط اللوز ، والإنبات ، وتصافى الحليج ، ومحتوى اللوز ، ودليل البذرة والتيلة ، ووزن اللوز والبذور فى كل لوزة للنباتات ومنطقة المعاملة بـ التوكسافين/ د.د.ت ، أو الميثايل باراثيون ، أو زرنيخات الكالسيوم . ومن جهة أخرى .. وبالرغم من ذلك .. حدثت زيادة فى المحصول ، وفى إنتاج اللوز عند الرش المبكر بمجرد ظهور البراعم الزهرية . ولقد أشارت « ن . حسين » عام ١٩٨٣ أن معاملة نباتات القطن بالمبيدات الحشرية قد أحدثت تغيرًا طفيفًا فى الوزن الجاف للأوراق المعاملة عنه فى حالة المقارنة . ولقد أدى مبيد اللانيت إلى زيادة كبيرة فى الوزن الجاف ، بينما سببت المبيدات الفوسفورية والبيرثرينات المصنعة زيادة بسيطة . ولقد حدثت زيادة متفاوتة فى المحصول ، كان أعلاها مع البيرثرينات المصنعة ، وأقلها

مع الكارباماتات . ولقد أحدثت المبيدات تغيرات طفيفة فى تصاق الحليج وصفات التيلة . ولقد أجريت دراسات رائدة فى مجال استجابة النباتات للمبيدات الحشرية فى كلية الزراعة – جامعة عين شمس – حيث تناول « شعبان وآخرون » هذا المجال ابتداء من الستينات حتى الآن بالتعاون مع الزملاء فى القسم والأقسام الأخرى .. ومن أهم ما أسفرت عنه هذه الدراسات أثر عدد الرشات على هذه المعايير ، وكذلك الفترات بين الرشات (زيدان وآخرون) .

٢ – التأثيرات على بعض المظاهر الفسيولوجية فى النباتات

لقد ثبت أن اللون الأخضر الغامق الذى يظهر بعد معاملة النباتات بمركبات الكارباماتات يحدث نتيجة لزيادة كمية الكلوروفيل فى الأنسجة النباتية ، حيث سجل ١٩,٢٨ ٪ زيادة فى وحدة المساحة أو فى الجرام أوراق ، كما سجلت زيادة فى محتوى النيتروجين ، ومازالت الحقيقة مجهولة ما إذا كانت زيادة حقيقية فى النيتروجين أو مجرد خلل ناتج عن تثبيط نشاط بعض الإنزيمات . ولقد أشار « بوجدانوف » عام ١٩٦٢ إلى أن مركبى الإيكاتين والباراثيون سببا نقصاً ملحوظاً فى النتح والبناء الضوئى ، خاصة فى اليوم الثانى من المعاملة ، وحتى ١٥ يوماً بعد ذلك . ولقد أشار بعض العلماء ، وفى نفس العام ، إلى أن مبيدات اللندين ، والـ د.د.ت ، والميثوكسى كلور ، والديميثويت ، والسيفين بمعدل ٣٠ جزءاً فى المليون قط أحدثت نقصاً معنويا فى معدل تنفس القمم النامية لجذور الذرة والشوفان والبازلاء وغيرها ، بينما حدثت زيادة مع مبيد الباراثيون .

ولقد ثبت حدوث تغيرات فى كفاءة الأكسدة والاختزال نتيجة لتعرض معلق الكلوروبلاست لفترة أو معاملات ضوئية مختلفة ، وكان التأثير ذا علاقة كبيرة مع عمر الورقة ، ومع تركيز الكلوروفيل والاستجابة الضوئية للبلاستيدات الخضراء . ولقد أشار « سالم » عام ١٩٧٨ إلى أن المعاملة بالسترولين والسيفين أحدثت زيادة واضحة فى تركيز الكلوروفيل ، كما اتضح أن كمية الكلوروفيل فى الأنواع المختلفة من القطن كان تقريباً ثابتة . ولقد وجد الباحث « لى » عام ١٩٧٧ أن التأثير التنشيطى لمركبات الكارباماتات الحشرية على نمو نباتات البازلاء ترجع أساساً إلى التأثير على الإندول أسيتك أسيد ، حيث تقوم المبيدات بتكسير الإنزيمات . ولقد أشار « عفيفى » عام ١٩٨٠ إلى حدوث تغييرات فى تركيزات الكلوروفيل فى نباتات الفول التى عوملت ببعض المبيدات الحشرية ، واستنتج احتمال حدوث تغييرات وراثية فى النباتات المعاملة ... ولقد وجدت « ن . حسين » عام ١٩٨٣ حدوث ضرر طفيف فى محتوى أوراق نباتات القطن من الصبغات نتيجة للمعاملة بمبيدى السوميسيدين واللانيت ، بينما حدث العكس فى أوراق فول الصويا ، حيث زادت الصبغات فى معظم الأصناف المختبرة ، وفى القطن حدث نقص شديد فى الصبغات بعد المعاملة بالفينفاليرات فى صنف جيزة ٦٩ ، بينما كان النقص طفيفاً فى الأصناف الأخرى . أما مبيد الميثوميل الكارباماتى ، فقد أدى إلى زيادة طفيفة فى محتوى أوراق القطن (جيزة ٦٩) ، بينما أحدث نقصا فى

الأصناف الأخرى . وبالنسبة للكلوروفيل أدت المعاملة بالمبيدات إلى زيادة تركيزه فى أوراق فول الصويا ، بينما حدث تفاوت فى حالة القطن . ولقد سبب الميثوميل نقصاً شديداً فى محتوى الكلورفيل لأوارق أصناف الريلتو والأسيكس ، وأحدث الفينفاليرات نقصاً شديداً فى كلورفيل صنف القطن جيزة ٦٩ . كما أظهرت النتائج أن المبيدات الحشرية أحدثت زيادة فى محتوى أوراق فول الصويا من أشباه الكاروتين ، بينما أحدثت نقصاً فى أوراق القطن . وهذا التأثير كان متوازياً مع ما حدث للكلوروفيل ، مما يؤكد التأثيرات الثانوية للمبيدات التى استخدمت فى الدراسة على البلاستيدات نفسها ، حيث أحدثت المبيدات تأثيرات مختلفة على الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) فى أوراق فول الصويا والقطن المعاملة . وبوجه عام .. ثبت أن السوميسيدين واللانيت يحدثان زيادة فى الكلوروفيل « أ » فى فول الصويا ، بينما يحدثان نقصاً فى الكلوروفيل « ب » فى معظم الأصناف المختبرة .

٣ – تأثير المبيدات على التركيب الكيميائى للنبات

هذه التأثرات تمثل المرحلة الثالثة فى هذا الخصوص ، فقد أشار الباحثون عام ١٩٥٥ إلى أن نباتات القطن النامية فى محاليل مغذية تحتوى على مبيد الشراداان ازداد فيها محتوى النيتروجين بدرجة تتناسب مع زيادة تركيز المبيد ، ولم يكن هناك تأثير على محتوى البروتين ، وعند المستويات العالية من المبيد حدثت زيادة طفيفة فى الفوسفور ، ونقص شديد فى السكريات الكلية ، أما زيادة النشا ، فقد كانت قاصرة فقط على أنسجة الجذور . ولقد أشار « الرافعى والحناوى » عام ١٩٦١ إلى أن المبيدات الجهازية السيستوكس ، والميتاسيستوكس ، والإيكاتين سببت زيادة فى محتوى النيتروجين الكلى لنباتات الفول التى عوملت بمبيدى الباراثيون والإيكاتين بعد ٧ أيام من الرش ، ثم ارتفعت فجأة فى اليوم الثامن ، ثم انخفضت مرة أخرى بعد ١٤ يوماً ، وحدث نفس السلوك مع البروتين ، وكذلك وجد الباحث « لنيارد » عام ١٩٦٣ زيادة فى سكروز الدرنات التى عوملت فى الطور الخضرى بمبيد ٢ر٤ – د ، وحدث نقص فى السكريات المختزلة بعد ٦٦ يوماً من التخزين . ولقد درس « القاضى وزملاؤه » عام ١٩٦٤ تجمع النيتروجين فى نبات القطن بعد المعاملة بالدبتركس وحامض الأورثوفوسفوريك ، ولقد وجدت كميات كبيرة من النيتروجين الكلى فى الأوراق المعاملة ، ولم تحدث المعاملات أية تأثيرات على محتوى البوتاسيوم ، بينما زاد محتوى الفوسفور .

وعلى العكس من ذلك .. وجد « سرور وهاسكايلو » عام ١٩٦٨ عدم تأثير محتوى الكربوهيدرات أو النيتروجين أو الفوسفور فى أوراق القطن بعد معاملتها بالدايسستون والمونيورون ، بينما أحدث المبيد الأول نقصاً فى محتوى النشا ، ونقصاً فى محتوى السكروز فى السيقان . ولقد وجد « شعبان والشريف » عام ١٩٧٠ أن معاملة نباتات القطن بالتيميك سببت زيادة فى نسبة النيتروجين والفوسفور . بينما حدث نقص فى البوتاسيوم فى البادرات الناتجة من البذور المعاملة بالمبيدات الجهازية .

ولقد وجد « اللبودى وزملاؤه » أن المعاملة بالمبيدات الحشرية أو مبيدات الحشائش تنقص من صعود البوتاسيوم ، بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة ، بينما زاد معدل صعود الكالسيوم ، والمغنسيوم ولو أن ذلك تناقص بزيادة تركيز المبيدات . ولقد أثار بعض الباحثين فى نفس العام أن المعاملة بمبيد الجاردونا على نباتات القطن زادت من شدة البناء الضوئى وتجمع الكربوهيدرات فى الأوراق ، وحدثت زيادة مؤكدة فى المحصول عند نقص تركيز المبيد . وأشار بعض الباحثين كذلك عام ١٩٧٥ إلى أن معاملة الكرنب بمزيج بوردو أنقص من السكريات الذائبة ، وزاد من تحليل السكريات . أما المعاملة بمبيد الكاربوفوس ، فقد أنقصت من السكريات المختزلة ، ومن مستوى السكروز ، وأنقصت قليلاً من السكريات الأحادية . أما مبيد الموريستان ، فقد نشط انتقال الكربوهيدرات من الأوراق إلى الأزهار والثمار ، وزاد من محتويات السكريات المعقدة . ولقد أشار خالد وآخرون عام ١٩٧٥ إلى أن معاملة نباتات القطن بمبيدى اللورسبان والنوفاكرون أدت إلى زيادة محتوى الأحماض الدهنية الحرة ، بينما انخفضت الأحماض الأمينية الحرة ، بالأضافة إلى زيادة معدل تحليق البروتين .

وأشارت أحدث الدراسات فى كلية الزراعة – جامعة الزقازيق – (جمعة وآخرون – عام ١٩٨٣) إلى أن معاملة نباتات القطن بالمبيدات الحشرية زادت من كميات الأحماض الدهنية ، والأحماض الأمينية الحرة ، والكربوهيدرات ، وكذلك الأحماض الأمينية البروتينية فى الأوراق المرشوشة . وعلى العكس من ذلك .. حدث نقص لهذه المكونات فى البذور الناتجة من النباتات المعاملة مع وجود بعض الاستثناءات . وعمومًا .. يمكن القول إن جميع أشباه البيرثرينات التى درست ماعدا الفينفاليرات فى حالة محتوى الكربوهيدرات ، والمبيدات الفوسفورية العضوية فى حالة الأحماض الأمينية الحرة ، والكاربامات فى الكربوهيدرات ، والأحماض الأمينية البروتينية انقصت المكونات البيوكيميائية التى درست فى أوراق وبذور القطن ، عنه فى حالة النباتات غير المعاملة .

٤ – تأثير المبيدات الحشرية على بعض العناصر الضرورية فى النباتات

وجد « جمعة وآخرون » عام ١٩٨٣ أن المعاملة بالمبيدات الحشرية أدت إلى حدوث نقص شديد فى تركيز عناصر الزنك والمنجنيز والنحاس ، بينما حدث تنشيط فى عنصر البوتاسيوم ، وأحيانًا الحديد فى أوراق القطن المعاملة ، وفيما عدا المبيدات الفوسفورية تراى أزوفوس والـ ر.هـ ٩٩٤ ، فقد أحدثت بقية المبيدات تأثيرات طفيفة على تركيز عنصر الحديد . ولقد حدث نفس التأثير تقريبًا فى أوراق فول الصويا ، حيث أحدثت المبيدات الحشرية تأثيرات متفاوتة فى إنقاص تركيز العناصر (زنك – نحاس – حديد – منجنيز) ماعدا البوتاسيوم ، بالمقارنة بالأوراق غير المعاملة . ولقد أحدثت المبيدات الحشرية المستخدمة نقصًا متفاوتًا فى تركيز العناصر فى بذور القطن ، وكذلك فول الصويا . أما المبيد الكاربياماتى اللانيت ، فقد أحدث زيادة فى تركيز المنجنيز والحديد والنحاس .

ولقد جرت محاولات عديدة للربط بين مايحدث فى النباتات المعاملة بالمبيدات وبين الإنتاجية . وللأسف الشديد ، وبعد الدراسات المكثفة فى هذا الخصوص ، لم يتمكن الباحثون من الوصول إلى علاقة مؤكدة ؛ مما دعاهم إلى البحث عن معايير مختلفة يمكن بعد دراسة التغيير الذى يحدث فيها الحكم على التأثيرات الجانبية للمبيدات ، ومثال ذلك .. الإنزيمات التى لها علاقة بالطاقة ، مثل : *ATP-ase* وغيره من الإنزيمات .. ونحن نتطلع إلى اليوم الذى يمكن فيه إيجاد معيار مناسب فى هذا الخصوص .

ومن أحدث الاتجاهات فى مجال تقدير التأثيرات الضارة للمبيدات على النباتات مانشره الباحث « د . بوير » بجامعة ألينوى ، ود . حسن يونس بجامعة الأسكندرية ، والذى يعتمد على قياس كفاءة البناء الضوئى فى النباتات قبل وبعد المعاملة بالمبيدات . ومن المعروف أن السموم تؤثر على عملية البناء الضوئى من خلال تداخلها مع معدلات انتشار ثانى أكسيد الكربون إلى الخلايا المخلقة الضوئية ، أو فى التداخل مع نشاط البلاستيدات الخضراء فى تثبيت ثانى أكسيد الكربون ، ومن ثم .. فإن قياس التأثير الضار للمبيدات على النباتات يمكن تقديره بقياس معدل تثبيت ك أ٢ . وقد ظهر أن قفل الثغور قد يكون السبب فى نقص البناء الضوئى . وبناء على ذلك .. فإنه يمكن حصر طريقتين للتأثير على البناء الضوئى .

أ – خلل فى انتشار ك أ٢ إلى الخلايا ، ومن ثم تتغير قابلية الوسيط الخاص بتثبيت ك أ٢ .

ب – خلل فى نشاط البلاستيدات الخضراء لتثبيت ك أ٢ .

لذلك .. فإنه لتقدير التأثير الضار على النباتات يمكن قياس النشاط الضوئى ، وبعد ذلك نحدد ما إذا كان التأثير يرجع إلى خلل الانتشار أو الكلوروبلاست .

الفصـــل الرابـــع

مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية

أولاً : استجابة الإنسان وحيوانات التجارب لفعل المبيدات .

ثانياً : تقسيم المبيدات تبعاً للسمية الحادة للمركب .

الفصل الرابع

مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية

يجب ألا يستهان بالآثار التى تحدث للإنسان من جراء تناول أطعمة ملوثة بالمبيدات . وجميعها – كما سبق القول – سموم . وفى هذا المقام يجب أن تؤخذ فى الاعتبار العلاقة بين الجرعة والتأثير . ومن منطق الفائدة فى مقابل الضرر كفلسفة لضرورة استخدام هذه السموم نجد أن الصورة ليست قاتمة تمامًا ، حيث إن المبيدات بالرغم من تأثيراتها الضارة على صحة الإنسان ، إلا أنها تحقق له العديد من الفوائد ، مثل : حمايته من الناقلات الحشرية للأمراض بشكل مباشر ، وكذلك تحقيق الأمن الغذائى عن طريق زيادة الإنتاج الزراعى والحيوانى وغيرها . وكل مايمكنه القول الآن أنه حتى يوجد البديل الفعال يجب استخدام المبيدات فى مكافحة الآفات بأسلوب واع مدروس مع اتخاذ كافة الاحتياطات لتقليل ماأمكن ضررها على الإنسان وبيئته التى يعيش فيها :

أولًا : استجابة الإنسان وحيوانات التجارب لفعل المبيدات

١ – السمية الحادة والمزمنة — Acute and chronic toxicity

من المعروف أن التقييم الأولى للكيميائيات التى قد توجد مخلفاتها القليلة جدًا فى الغذاء تعتمد بدرجة كبيرة على الاختبارات المعملية التى تجرى على حيوانات التجارب وطرق التحليل ونتائج تقدير المخلفات . ويجب على المشتغل بهذا الموضوع الرجوع للعديد من الدراسات السابقة ، حيث إن قيم الجرعة النصفية القاتلة (ج ق . ه) والجرعة المتكررة القصوى التى يمكن تحملها تمثل معايير قيمة عند الحكم على الأخطار النسبية لأى مركب كيميائى . والمركبات الشديدة السمية على الثدييات والحشرات توجد بتركيزات قليلة فى مستحضراتها النهائية ، ومع هذا لايمكن لهذه التركيزات القليلة تعويض الفرق فى السمية . ولقد تأكدت هذه الحقيقة بحصر حالات التسمم من المبيدات العالية السمية خاصة الفوسفورية العضوية فى عمال الرش بدرجة أكبر كثيرًا من مثيلتها من المجموعات الأخرى الأقل سمية . ففى أمريكا سجلت ٢٥٢ حالة تسمم عام ١٩٥٧ من بينها ١٨٩ حالة من المركبات الفوسفورية العضوية . وبالرغم من وجود تداخل بين سمية المجاميع المختلفة من المبيدات ، إلا أن متوسط حالات السمية الحادة من المبيدات الفوسفورية العضوية تفوق كثيرًا مايحدث من

المبيدات الكلورينية ، ولكن الأخيرة – ونظراً لشدة ثباتها – تمثل مشكلة من حيث بقاياها ومخلفاتها فى الغذاء على عكس الفوسفورية .

وهناك علاقة بين الضرر المهنى من المبيدات للإنسان الذى يستخدمها ، أو يتعرض لها باستمرار وبين مستويات السمية المقدرة على حيوانات التجارب . ولقد وجدت علاقة وثيقة بين الجرعة القاتلة النصفية عن طريق الجلد وحدوث التسمم المهنى بدرجة تفوق العلاقة بين الجرعة القاتلة النصفية عن طريق الفم والتسمم المهنى . ويقترب التنبؤ بمدى الضرر المهنى من الواقع إذا درس تأثير المعاملة الجلدية المتكررة للمبيد على الحيوانات . وتناولت التوصيات الخاصة بالأمان عند تطبيق المبيدات بالنسبة لعمال الرش النصح بالنسبة لتناول الطعام والتدخين أثناء استخدام هذه الكيميائيات الضارة ، وحتى الآن لاتوجد الوسائل لقياس التعرض الأولى عن طريق الفم . ولقد أشار الباحث Wolf وآخرون عام ١٩٦٣ إلى أن عمال الرش لايلوثون الطعام والسجائر بكميات ذات قيمة عند استخدام الديلدرين أو الأندرين حتى عندما يتداولون هذه المواد دون غسيل الأيدى ، بينما عزى Quinby وزملاؤه فى نفس العام حالات تسمم عمال الرش إلى تلوث قطع الحلوى التى تناولوها بمبيدات الباراثيون أثناء الرش .

٢ – دراسات خاصة عن السمية Special toxicily studies

بالإضافة للدراسات المتعلقة بإحداث الموت أو الشلل يجب أن يشتمل تقييم الضرر لتعداد الناس الذين يتعرضون لمدد طويلة لمخلفات المبيدات فى الغذاء والماء على العديد من المعايير الأخرى للاستجابة فى الإنسان والحيوان للسم . وهذه الاستجابات تتضمن التأثير المرضى ، وتقوية التأثير ، والتسمم العصبى ، والتأثير السرطانى . وسنتناول باختصار شديد هذه المعايير لنوضح مدى أهميتها فى مجال السمية بالمبيدات :

(أ) التأثيرات المرضية Pathology

بصرف النظر عن التسمم العصبى الذى يحدث من جراء التعرض لبعض المركبات ، فإن ظهور الحالات المرضية نتيجة التعرض للمبيدات الفوسفورية العضوية لايكون ملحوظًا بدرجة واضحة ، بينما المبيدات الكلورينية تحدث تغيرات مرضية نسيجية مؤكدة (هستوباثولوجية) ، خاصة فى كبد الحيوانات التى تتعرض لمستويات مرتفعة من المبيدات لفترات طويلة . ولقد تضاربت نتائج الدراسات فى هذا المجال ، حيث وجد الباحث Kunze ومعاونوه عام ١٩٤٩ حدوث ضرر خلوى فى كبد الفئران بعد ستة أشهر من التغذية على غذاء ملوث بالـ د.د.ت بتركيز ٥ أجزاء فى المليون ، بينما لم يتمكن الباحثان Cameron & Cheng عام ١٩٥١ من تسجيل حالات مرضية فى الفئران عند تشريحها بعد سنة من تغذيتها على غذاء يحتوى على حوالى ٣٥٠ جزء فى المليون من مبيد الـ د.د.ت . وتوصل باحثون آخرون إلى نتيجة عكسية مؤداها حدوث تليف كبدى فى الفئران مع جرعات الـ د.د.ت الأعلى من ١٠٠٠ جزء فى المليون ، وليس مع التركيزات البسيطة . وفى بعض التجارب كانت

الأعراض الهستولوجية تظهر مع الجرعات المنخفضة جدًا (٥ أجزاء فى المليون) ، بينما لم تتأثر وظيفة الكبد فى الفئران التى تغذت على غذاء ملوث بمقدار ٤٠٠ جزء فى المليون أو أقل . ولقد سجلت حالات مرضية فى كبد الفئران بعد تغذيتها على غذاء يحتوى على الحد الأدنى من التلوث بمبيد الديلدرين والكلوردين (٢,٥ جزء فى المليون) ، وكذلك باللندين والتوكسافين (٥٠ جزءاً فى المليون) .

ولقد لوحظ حدوث زيادة فى وزن الكبد ومحتواه الدهنى من جراء تغذية الفئران على غذاء ملوث بجرعات عالية من المبيدات الكلورينية العضوية . ولقد تأكد الباحثون أن كميات كبيرة من الـ د.د.ت تخزن فى غدة الأدرينالين بالمقارنة بالأنسجة الأخرى .

(ب) تقوية الفعل السام Potentiation

المقصود بالتقوية حدوث زيادة معنوية فى التأثير السام لمخلوط مبيدين بدرجة تفوق كثيرًا التأثير السام المتوقع من جراء الخلط (سمية المبيد الأول + سمية المبيد الثانى) . ولقد ثبت تنشيط كفاءة الملاثيون عند خلطه مع مبيد EPN . ولقد وصلت درجة التنشيط إلى ٨٨ - ١٣٤ مرة عند خلط الملاثيون مع الـ TOCP (تراى أورثوكريزيل فوسفات) . ولقد أشير إلى أن التقوية تحدث نتيجة لتداخل أحد مكونات المخلوط فى عملية تمثيل المكون الآخر ، حيث ثبت أن الـ EPN يتداخل مع عمليات انهيار الملاثيون أو ناتج أكسدته « مالا أوكسون » ، بينما يقوم الـ TOCP بالتداخل مع التحلل المائى لرابطة الكربوكسى إستر للملاثيون بفعل الإنزيمات . ولقد أسفرت الدراسات المعملية زيادة كفاءة إنزيمات الهدم فى تقليل سمية مبيدات الفوسفوروثيونات بدرجة أكبر من مركبات الفوسفات ، ويرجع ذلك لطول فترة تلامسها مع المجموعة الأولى ، حيث يستلزم مرور فترة مع المركبات المحتوية على الكبريت ، حتى يتأكسد لمشتقاتها الأكسيجينية الأكثر سمية . وفى عام ١٩٦٢ قام الباحثان Moller & Rider بإعطاء المتطوعين جرعات من مخلوط الملاثيون مع الـ EPN ، ولم تسجل أية حالات تقوية تحت هذه الظروف . ويبدو أن التقوية من العوامل الهامة فى تحديد الضرر لعمال الرش الذين يتعرضون لمخاليط المبيدات .

(جـ) السمية العصبية Neurotoxicity

من المعروف أن المبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية تعتبر مشتقات لمادة الـ TOCP ، وهى المسئولة عن حالات الشلل ألتى سببها الجنزبيل Ginger paralysis ، أو Jake-leg فى أمريكا ، كما تشترك هاتان المجموعتان من الكيميائيات فى خاصية تثبيط نشاط إنزيم الكولين إستريز . ولقد ثبت أن هذا الشلل يرتبط بتحطيم غلاف الميلين فى العصب ، ويطلق على هذه الظاهرة Demyelination كما سبق الذكر . ولقد حدثت حالات التسمم هذه على نطاق واسع فى أوائل السبعينيات فى مصر بعد استخدام المبيد الفوسفورى الفوسفيل (ليبتوفوس) على نطاق واسع لمكافحة آفات القطن . ومن أحسن الكائنات الحية ملاءمة لدراسة هذه الظاهرة الدجاج والخراف الصغيرة ، علاوة على

الإنسان . وحدث التسمم العصبى لعدة آلاف من المواطنين فى جنوب أفريقيا عام ١٩٥٩ نتيجة لاستخدام زيت الطعام المخلوط بزيت الماكينات المحتوى على نسبة بسيطة من الـ TOCP . ولقد سجلت حالات تسمم عصبى خطيرة فى عمال أحد مصانع الكيميائيات التى تصنع مبيد الميبافوكس ، وهذه الحالات الحادة يمكن علاجها بالأتروبين . وقد يتم الرجوع للحالة الطبيعية بعد فترات طويلة (من عدة شهور إلى سنوات) تبعًا لوجهة التعرض وشدة التسمم العصبى . ولم يتمكن الباحثون من إيجاد علاقة مؤكدة بين التركيب الكيميائى ومختلف الصفات الطبيعية والصيدلانية للمبيدات وإحداث ظاهرة التسمم العصبى المتأخر . ولقد أشار الباحث Davies ومعاونوه عام ١٩٦٠ إلى الدور الوسيط لإنزيم الكولين إستريز ، حيث إن معقد الإنزيم والمبيد ذا النشاط العكسى ⟵ يحدث ميكانيكية تؤدى إلى انتقال المجموعة السامة (الفلوريد فى مركب DFP ، ومشتقات الكريزوليك فى الـ TOCP) إلى المكان الحساس فى النسيج ، ثم يحدث له انفراد . ولقد قام بعض الباحثين عام ١٩٦١ بدارسة توزيع الكولين إستريز فى الحبل الشوكى وساق المخ فى الدجاج والفئران والأرانب والقطط وخنازير غينيا ، ولم يجدوا علاقة بين التسمم العصبى بالمبيدات الفوسفورية العضوية ومراكز نشاط الكولين إستريز ، مما يحول دون تفسير اختلاف حساسية الأنواع المختلفة من حيوانات التجارب لهذه الظاهرة . وقد تحدث ظاهرة التسمم العصبى المتأخر ، بالرغم من حدوث أى درجة تثبيط للكولين إستريز ، لذلك لابد أن تشتمل اختبارات تقييم المركب قبل التسجيل معرفة تأثيره فى إحداث التسمم العصبى المتأخر ، خاصة كل المبيدات المناهضة للكولين إستريز . ويفضل إجراء التجارب على الدجاج .

(د) التأثيرات السرطانية Carcinogenic effects

من أعقد الأمور محاولة تحديد الفعل السرطانى لمخلفات المبيدات فى المواد الغذائية ، وهذا يرجع إلى أن معظم المركبات الكيميائية ذات تأثير سرطانى ضعيف ، أو تحتاج لفترة طويلة لإحداث هذا التأثير ، مما يحتم استخدام أعداد كبيرة من حيوانات التجارب ، والتى يجب أن تستمر لفترات طويلة . ولقد ثبت أن العديد من المواد التى تحدث سرطانات فى الإنسان تحدث نفس الشىء فى العديد من حيوانات التجارب ، ولو أنه فى حالات كثيرة لم يتمكن الباحثون من إحداث السرطانات فى الحيوانات عن طريق تعريضها لظروف مماثلة لما يتعرض لها الإنسان . وهناك العديد من المواد التى أحدثت السرطانات فى الحيوان ، ولم تكن هناك علاقة بينها وبين الإنسان ، مما يشير ويؤكد اختلاف الحساسية بين الإنسان والحيوان فى هذا الخصوص ، وكذلك بين أنواع الحيوانات المختلفة بالنسبة للمادة الواحدة .

ومما يصعب الدراسات الميدانية عن تأثير المبيدات فى إحداث السرطانات هو عدم إمكانية تمييز الناس الذين يتناولوا غذاء ملوثا بالمبيدات ، وهؤلاء الذين يتناولون الطعام الخالى من مخلفات هذه السموم ، ما يجعل الدراسة المقارنة عديمة المعنى من الناحية العملية ، ولكن يمكن إجراء هذه الدراسات بين مجموعات مختلفة من الناس يتفاوتون فى درجة تعرضهم للمبيدات ، كما يمكن دراسة

وحصر حالات السرطان كل عام ، ومحاولة ربطها بموقف ، واستخدام المبيدات لعدة سنوات مضت . ولقد أثبتت إحدى الدراسات المقارنة فى أمريكا عدم اختلاف حالات الإصابة بالسرطان من جراء استخدام المبيدات لأربع سنوات متتالية فى إحدى ولايات المسيسيبى . وفى دراسة أخرى سببت المبيدات ٤٠ حالة سرطان من بين ١١٩٥ حالة تسمم دموى . ولقد صنفت ٤٥ مادة تحدث هذه التأثيرات ، من بينها الكلوردين واللندين .

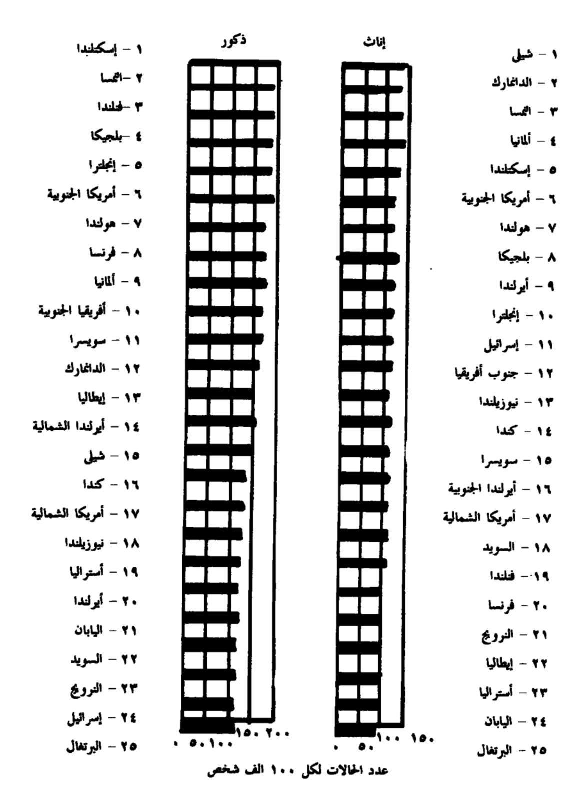
ومن المواد التى ثبت إحداثها للسرطان عند تناول أغذية ملوثة بها مركبات الزرنيخ ، والذى يحدث السرطان فى الكبد والجلد ، كما أثبتت الفحوص والإحصائيات فى مصانع النبيذ ، حيث يتعرض العمال لهذه المركبات ، أو يشربون نبيذًا ملوثًا بمخلفات الزرنيخ . ولم تحدد نسبة العمال الذين يصابون بهذا الداء الرهيب . ولم تسجل علاقة مؤكدة بين المدخنين الذين يدخنون سجائر من دخان ملوث بمركبات الزرنيخ وحالات سرطان الرئة ، حيث إن دخان تركيا خال تمامًا من الزرنيخ ، إلا أن حالات سرطان الرئة فى الأتراك الذين يعيشون فى مدينة إسطنبول مرتفعة . ومما يعقد المشكلة أن مركبات الزرنيخ تستعمل على نطاق واسع فى مجالات متعددة (حتى كأدوية) ، وتوجد طبيعيًا فى العديد من الأغذية ، خاصة السمك والقشريات الأخرى ، كما أن اللبن يحتوى فى المتوسط على ٠,٣ إلى ٠,٥ جزء فى المليون ، مما يشير إلى عدم واستحالة إزالة مخلفات الزرنيخ تمامًا من المواد الغذائية التى يتناولها الإنسان .

وهناك مركب الأراميت الذى يستخدم فى مكافحة الأكاروسات بكفاءة عالية . وبالرغم من أن سميته الحادة منخفضة للغاية ، إلا أن الحد المسموح بتواجده فى الغذاء يجب ألا يتعدى جزءًا واحداً فى المليون . ولقد أثبتت الدراسات التوكسيكولوجية أن هذا المركب يحدث السرطان فى كل من الفئران والكلاب عند تناولهم غذاء ملوثًا بأكثر من ٥٠٠ جزء فى المليون . كما أن مركب الأمينوترايازول الذى يستخدم لمكافحة بعض الحشائش فى مزارع الذرة والفواكه ، وبالرغم من قلة السمية الحادة ، إلا أنه يحدث سرطان الغدة الدرقية بعد أسبوعين فقط من تغذية الحيوانات على غذاء ملوث بكميات تتراوح بين ٦٠ إلى ٢٠٠ جزء فى المليون ، حيث ثبت أن هذا المركب يثبط نشاط إنزيمات الكاتاليز والبيروكسيديز فى الغدة الدرقية وغيرها من الأنسجة ؛ مما يقلل من حركة اليود . ومن الغريب أن هذه المواد تؤخر حدوث السرطان فى كبد الحيوانات التى تعرضت لبعض المواد السرطانية .

ولقد ثبتت مقدرة العديد من المواد على إحداث السرطان ، مثل الـ د.د.ت ، والألدرين ، والديلدرين ، والـ IPC ، وكذلك العديد من الكيميائيات التى لاعلاقة لها بالمبيدات ، مثل : المواد الحافظة للغذاء من التلف أثناء التخزين ، وفى المعلبات وغيرها .

والشكل (٤ — ١) يوضح حالات الوفاة بالسرطان فى بعض بلدان العالم من إحصائيات قديمة خلال ١٩٦٦ — ١٩٦٧ وسردها هنا لتوضيح الاختلاف فى الوفاة بالسرطان بين الذكور والإناث تبعًا للظروف الاجتماعية لكل دولة بقصد أن يعرف القارىء أن هناك أسبابًا كثيرة للإصابة بالسرطان

وليست المبيدات ، وبالرغم من كونها مواد سامة هى المسبب الوحيد لذلك .. كما سيأتى ذكره فيما بعد .



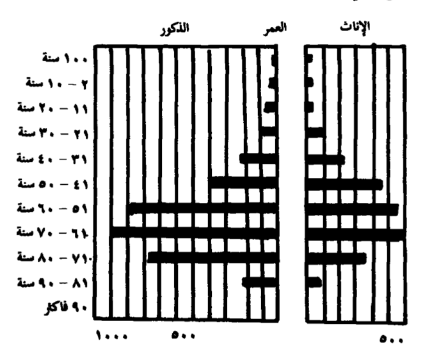
شكل (٤ - ١) : حالات الوفاة بالسرطان فى الفترة من ١٩٦٦ - ١٩٦٧.

وجدول (٤ - ١) يبين الاختلاف بين الأجناس فى مكان الإصابة السرطانية وشدة حدوثها .

جدول (٤ - ١) : علاقة الأجناس بالاصابات السرطانية .

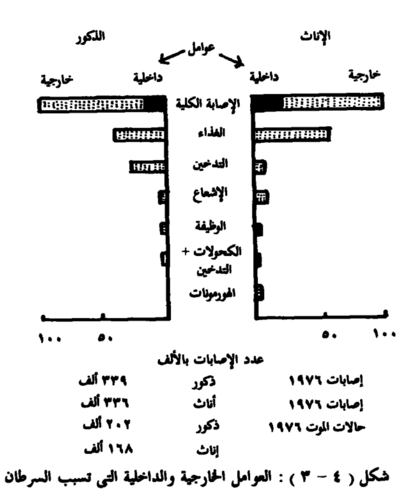
عدد المصابين لكل ١٠٠ ألف شخص/ سنة									
العضو المصاب	الذكـــور				الإنـــاث				
	أعلى إصابة		أقل إصابة		العضو	أعلى إصابة		أقل إصابة	
الكبد	موزمبيق	١٠٣,٨	كندا	٠,٣	عنق الرحم	كولومبيا	١٠٠,٦	إسرائيل	٥,٩
الرئة	إنجلترا	٩٧,٦	أوغندا	٠,٩	الغدد اللبنية	أمريكا	٥٩,٣	سنغافورة	٨,٠
المعدة	اليابان	٩٥,٥	أوغندا	٢,٣	الجلد	كندا	٤٧,٩	هاواى	٠,٣
البروستاتا	أمريكا البيضاء	٤٠,٩	سنغافورة	٠,٩	المعدة	اليابان	٤٧,٧	سنغافورة	٣,٧
الجلد	كندا	٢٨,٢	أفريقيا الجنوبية	١,٤	الكبد	موزمبيق	٣٠,٨	كندا	٠,١
القولون	أمريكا	٢٥,٤	أوغندا	٠,٣	القولون	أمريكا	٢٥,٤	نيجيريا	٢,١
الأمعاء	بورتريكو	١٨,٠	نيجيريا	١,٢	المستقيم	الدانمارك	١٠,٢	نيجيريا	٠,٩
المستقيم	الدانمارك	١٦,٣	أوغندا	١,١	الرئة	إنجلترا	٩,٩	نيجيريا	١,٤
					الأمعاء	بورتريكو	٧,٧	نيجيريا	٠,٢

والشكل (٤ - ٢) يوضح العلاقة بين عمر الإنسان والإصابة بالسرطان . ويتضح أن احتمال الإصابة فى الأطفال ضئيلة جدًا .



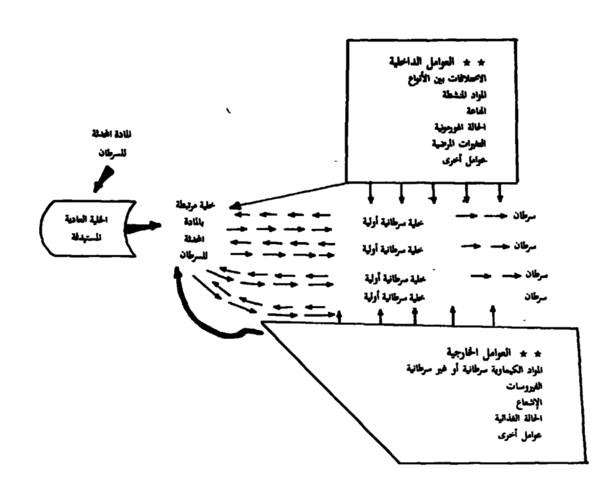
شكل (٤ - ٢) : العلاقة بين عمر الانسان والاصابة بالسرطان .

ونفس الحال مع الشيوخ (٩٠ سنة) وأكثر الناس إصابة تتراوح أعمارهم من ٦١ - ٧٠ سنة فى المتوسط . وشكل (٤ - ٣) يوضح أسباب الإصابة بالسرطان ، والتى يمكن إجمالها فى العوامل الداخلية والخارجية ، ومن أهمها : نوع الغذاء ، والتدخين ، والتعرض للإشعاع (الأشعة فوق البنفسيجية وأشعة إكس) ، وطبيعة المهنة ، وتناول الكحولات ، ثم المواد الهرمونية . وتعتبر العوامل البيئية من أكثر العوامل المسئولة عن الإصابة بالسرطان . ولقد وصلت حالات الوفاة بهذا المرض الخطير عام ١٩٧٦ حوالى ٢٠٢ ألف فى الذكور ، و ١٦٨ ألف فى الإناث .



شكل (٤ - ٣) : العوامل الخارجية والداخلية التى تسبب السرطان

وابتداء من عام ١٩٧١ بدأت الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) فى مدينة ليون بفرنسا بتقييم إمكانية حدوث السرطان بالكيميائيات . وفى عام ١٩٧٨ تم تقييم حوالى ٣٦٠ مركب ، ونشرت نتائج هذه الدراسة فى ١٧ مجلداً كبيراً ثبت أن ٢٦ مركبا كيميائيا يحدثون السرطان بدرجة مؤكدة نذكر منها : الأميترول ، والأراميت ، وسادس كلوريد البنزين ، والـد.د.ت ، والديلدرين ، والكلوربنزيليت ، والدياليت ، والميربكس ، والنيرون ، والزيرام ، والبروفام ، والزيكتران ، والزينب ، تمثل مبيدات حشرية وفطرية وحشائش وغيرها . والشكل (٤ - ٤) يوضح كيفية تحول الخلية العادية إلى خلية سرطانية بفعل العوامل الداخلية والخارجية والظروف التى تساعد على حدوث الإصابة لهذا التحول الخلوى .



شكل (٤ – ٤) : العوامل التى تحول الخلية العادية السليمة إلى خلية سرطانية

ويجب ألا نستغرب إمكانية أن تعود الخلايا المصابة بالسرطان مرة أخرى إلى حالتها الطبيعية كما حدث من جراء استخدام مبيد سادس كلورور البنزين . وجدول (٤–٢) يوضح نسبة الوفاة بالسرطان من جراء التدخين (السجائر ..) .

جدول (٤ – ٢) : العلاقة بين الوفاه بالسرطان والتدخين .

معدل الوفاة/سنة/ ١٠٠٠ شخص فى الحالات الآتية

سبب الوفاة	جميع الرجال	غير المدخنون	جميع المدخنين	مدخنون يتناولون سجائر ١–١٤	١٥–٢٤	٢٥ فأكثر	مدخنون أقلعوا منذ ٢٠ سنة فأكثر	مدخنون أقلعوا منذ أقل من ١٠ سنوات
سرطان الرئة	٠,٨١	٠,٠٧	٠,٩٠	٠,٤٧	٠,٨٦	١,٦٦	٠,٣٥	٠,٥٩
سرطانات أخرى	٢,٠٢	٢,٠٤	٢,٠٢	٢,٠١	١,٥٦	٢,٦٣	١,٣١	١,٧٩
أمراض تنفسية	١,١٠	٠,٨١	١,١٣	١,٠٠	١,١١	١,٤١	١,١٧	١,٢٨

يتضح من ذلك أن العبرة فى إحداث السرطان من جراء تدخين السجائر يرتبط بعدد السجائر وعادات التدخين ، كما حدث تقليل الوفاة بالسرطانات نتيجة للإقلاع عن التدخين .

٣ – العلاقة الكمية بين جرعة المبيدات والتأثيرات الضارة على الإنسان

هناك العديد من المصادر عن المعلومات الخاصة بكميات المبيدات التى تحدث تسممًا فى الإنسان ، مثل البيانات التى تعتمد على الخبرة عن استعمال هذه السموم ، أو حالات التسمم العرضى ، أو دراسات المتطوعين الآدميين . وفى بعض الأحيان يمكن وضع رقم للجرعة القصوى الممكن تحملها ، أو تلك التى تحدث الضرر . وفى حالات أخرى لاتوجد أرقام ، بالرغم من وجود فترة بين استخدام المركب ، وكذا حدوث حالات تسمم عن العلاقة بين الجرعة والتأثير . وهناك اختلافات كمية بين بيانات الاستخدام والتسمم المباشر أو العرضى ، لأن الأخيرة ذات نقاط ضعف من أهمها التعرض لأكثر من مركب واحد .

وتمثل دراسة التأثيرات الضارة للمبيدات على عمال مصانع التخليق والتجهيز والتعبئة الذين يتعرضون للسموم ، ولمدد طويلة ، مجالًا فى غاية الأهمية ، ولو أن ذلك يخالف الوضع العام للتعرض لبقية السكان . والمشكلة فى دقة البيانات فى هذه الدراسة تتمثل فى تحديد درجة التعرض اليومى . ويمكن قياس درجة تعرض الأفراد لمخلفات المبيدات فى الغذاء ، والناتجة من التلامس المهنى والانتشار بالرياح وغير ذلك من العوامل البيئية ، ولو أن ذلك فى غاية الصعوبة ، نظرًا لصغر الكميات الملوثة من المبيدات . ويمكن قياس درجة التعرض للمبيدات الكلورينية ، مثل الـ د.د.ت ، والتى تتميز بتخزينها فى الدهون بتقدير كمياتها أو أحد نواتج تمثيلها فى الأنسجة الدهنية أو فى البول . ولقد ثبت اختلاف كميات الـ د.د.ت فى أنسجة الإنسان تبعًا لنوعية وطبيعة الغذاء ، وكذلك درجة التعرض المهنى . ويمكن بقياس درجة التعرض للمبيدات الفوسفورية العضوية للباراثيون وبعض المركبات الفوسفورية الأخرى فى البول ، وهو البارا – نيتروفينول ، تحديد درجة تعرض الإنسان لهذه السموم .

ومن الثابت تجمع معلومات مؤكدة عن كمية السم التى تحدث درجات مختلفة من الضرر من جراء التسمم العرضى ، علاوة على البيانات الناتجة من تجارب المتطوعين ، والتى تتناول التعريض بالطرق المختلفة عن طريق الفم والجلد والاستنشاق ، وكذا تكرار التعرض بجرعات متكررة . وتمثل حالات التسمم بالمبيدات الكلورينية عرضيًا ، أو فى حالات الانتحار معظم حالات الضرر بدرجة تفوق مايحدث من الاستخدام المباشر لهذه السموم . ويمكن بتقدير كميات الـ DDA فى البول معرفة درجة التعرض . وبالنسبة للمبيدات الفوسفورية لم يؤد تناول غذاء ملوث ببعض مركباتها بالجرعات الموصى بها ، ولمدة شهر متواصل إلى خفض نشاط إنزيم الكولين إستريز فى الدم أو البلازما ، ولم يتعد الضرر بعض حالات الإسهال ، علاوة على أعراض أخرى .

٤ - المخلفات فى الغذاء والماء Residues in Food and water

لقد حدث تطوير كبير فى الكيمياء التحليلية الخاصة بالتقدير والكشف عن مخلفات مبيدات الآفات فى السنوات الأخيرة . ويمثل الكروماتوجرافى الغازى كوسيلة للتنقية والفصل أسلوبًا ناجحًا للغاية ، خاصة بعد تطوير مقدرته على الكشف عن المخلفات عن طريق تزويده بالكاشفات المختلفة ، مثل تلك التى تعتمد على التوصيل الحرارى أو حارق الأيونات أو قياس التغير فى التيار الكهربى أو صائد الإلكترونات . ويفيد هذا التكنيك مع المبيدات الكلورينية والفوسفورية العضوية المحتوية على الكبريت . وتختلف حساسية هذه الطرق تبعًا للعديد من الاعتبارات . ويمكن الكشف عن مخلفات المبيدات عند تواجدها بكميات ضئيلة للغاية ١٠ ^{-٦} حتى ١٠ ^{-١٨} جزء فى المليون . وهذه الحساسية المفرطة تمكن من الكشف عن مدى صدق المعيار صفر الاحتمال Zero tolerance ، أى عدم وجود مخلفات بالمرة فى المحاصيل الغذائية من جراء استخدام المبيدات التى تحدث سرطانًا ، خاصة فى اللبن والخضراوات والفواكه . وكلما تطورت وسائل الكشف عن المخلفات قد يتغير الوضع الحالى ، حيث سيثبت أن العديد من المواد الغذائية التى كانت تتداول وتستخدم فى الاستهلاك الآدمى لاتصلح لاحتوائها على مخلفات خطيرة لم يكن من الممكن تقديرها قبل ذلك بالوسائل المتاحة حينئذ . ومن الأمور المفزعة حاليًا تواجد مخلفات بعض المبيدات الكلورينية فى لبن الأمهات فى بعض البلدان حتى المتقدمة . وفيما يلى فكرة عن تواجد مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية .

(أ) المواد الزراعية الخام Raw Agricultural Produce

يحدث تلوث للنباتات والمنتجات الزراعية بالمبيدات عن ثلاث طرق هى :

١ - عن طريق المعاملة المباشرة بالكيميائيات لمكافحة الآفات .

٢ - عن طريق انتشار جزيئات الرش أو التعفير من المناطق المجاورة التى تستخدم فيها .

٣ - من التربة الملوثة من سنوات سابقة بالمبيدات . ويجب أن تتوافر معلومات عن حجم هذه المشكلة ، بمعنى كمية المواد الزراعية الخام الملوثة بالمبيدات ، خاصة لأكثر من الحدود الآمنة المسموح بتواجدها . وللأسف الشديد لاتوجد سجلات فى معظم دول العالم عن أن استخدام المبيدات بالتركيزات الموصى بها أحدث أضرارًا للنباتات المعاملة . وفى حالة وجود مخلفات عالية يرجع المهتمون بهذا الموضوع إلى التأكد من كمية المبيد التى استخدمت فى البداية وميعاد التطبيق . ومن هذا المنطلق يحدد معامل الأمان لكل مركب مع التوصية ، علاوة على معامل الأمان - ١٠٠ أو أكثر - الخاص بتحديد حد ومستوى الأمان . وتنص توصيات هيئة الزراعة والأدوية الأمريكية على أنه فى حالة وجود مخلفات نوعين أو أكثر من المبيدات ذات التأثيرات الدوائية المتشابهة يجب ألا تزيد كمية المخلفات عن (١٠٠) ، وهذه تخفف من القيود بالنسبة للفلاحين ، حيث يقومون برش كل مبيد على حدة ، والاستفادة من كمية المخلوط المسموح بها .

(ب) اللحم واللبن والبيض Meat, Milk and Eggs

من المؤكد أن المبيدات الكلورينية تتجمع فى الدهون الموجودة فى جسم الحيوانات التى تعرضت لها ، وذلك لشدة ميلها للذوبان فى الليبيدات ، ونظرًا للمعاملة المباشرة بالمبيدات أو وصولها لداخل الجسم من جراء تناول الحيوانات للغذاء الملوث ، فإن الدهون الموجودة.فى لحوم الحيوانات لابد أن تحتوى على مخلفات هذه السموم . ولقد حددت وكالة الأغذية والدواء الحدود الآمنة للمخلفات بالجزء فى المليون كما يلى : كورال (١) ، د.د.ت (٧) ، لندين (٧ أو ٤ تبعًا للنوع) ، الملاثيون (٤) ، ميثوكسى كلور (٣) والتوكسافين (٧) فى دهن لحوم البقر والماعز والدجاج (ملاثيون فقط) والأغنام . وللأسف الشديد لايوجد حصر لمدى تواجد مخلفات المبيدات فى لحوم الحيوانات المعروضة فى الأسواق فى مختلف بلدان العالم ، إلا أن بعض الدراسات الفردية أثبتت وجود كميات كبيرة من الـ د.د.ت فى المواد الغذائية المحتوية على اللحوم . والحيوانات التى تدر اللبن ، والتى تتعرض للمبيدات الكلورينية نلاحظ أن هذه المواد تخرج فى اللبن . وحيث إن اللبن يعتبر الغذاء الرئيسى للأطفال الرضع الشديدى الحساسية بدرجة غير عادية لفعل هذه السموم ، فإن المنظمات المسئولة عن صحة الإنسان لاتوصى بوجود أية آثار من هذه المبيدات ، بمعنى أن الحد الآمن فى اللبن يساوى صفرًا . ولقد أشار الباحث Mann وزملاؤه إلى أن عمليات تجهيز اللبن بما فيها البسترة لم تخلص اللبن من مخلفات الـ د.د.ت فى الدهن . كما أثبتت الدراسات أن كميات الـ د.د.ت توجد بمقدار ٠,٥ جزء فى المليون . ولقد وجدت كميات صغيرة من الـ د.د.ت تراوحت من ٠,٠١ إلى ٠,٧٧ جزء فى المليون فى اللبن الآدمى بمتوسط ٠,١٣ ، بينما وصل تركيز الـ د.د.ت فى الجزء الدهنى من لبن صدر الأمهات إلى ٣,٢ جزء فى المليون .

ولقد أثبتت الدراسات كذلك وجود مخلفات الـ د.د.ت والأندرين وغيرها من المبيدات الكلورينية فى بيض الدجاج البياض الذى تغذى على علائق ملوثة . ويمكن القول إن بيض المائدة يمثل مصدرًا كبيرًا لمخلفات هذه المواد فى الوجبات الخالية من اللحوم .

(جـ) الوجبات الجاهزة الكاملة Complete prepared meals

من الأهمية بمكان دراسة مخلفات المبيدات فى كل مكونات الوجبات الغذائية على حدة ، حتى يتمكن المسئولون من وضع التشريعات التى تحمى الإنسان من الضرر ، ولهذا تجب معرفة كميات المخلفات التى يستهلكها الناس فعليًا ، وهذه لا يمكن تخمينها أو حسابها نظريًا ، لأن الغذاء يتكون من العديد من المكونات ، ولا يمكن القول إن المكونات التى لاترش بالمبيدات خالية تماماً من المخلفات ، لأن احتمالات التلوث العرضى كثيرة وقائمة . ولقد أسفر حصر الأطعمة التى تقدمها المطاعم وغيرها من المؤسسات عن وجود مخلفات ولو ضئيلة من الـ د.د.ت . وبوجه عام .. ثبت أن الأطعمة التى تطهى مع الدهون ، وتلك التى تحتوى على اللحوم والزيت بها كمية مخلفات عالية من الـ .د.د.ت ، عن غيرها من الأطعمة . واتضح أن ناتج تمثيل الـ د.د.ت ، والمعروف بال DDE ، يتكون بنسبة

كبيرة كلما كانت محتويات الغذاء من الـ د.د.ت كبيرة . ولقد استنتج Walker ومعاونوه عام ١٩٥٤ أن جميع الوجبات التى اختبرت لم تكن تحتوى على كميات من الـ د.د.ت إلى الحد الذى يسبب أضرارًا سامة ، تبعًا لمعايير التسمم المزمن عن طريق الفم لهذا المركب . وفى ألاسكا ثبت وجود مخلفات د.د.ت فى الغذاء الذى يقدم للمرضى فى المستشفيات بمتوسط ٠,١٨٤ مللجم د.د.ت ، وكذلك ٠,٠٢٦ مللجمDDE .

(د) الماء Water

تمثل مخلفات المبيدات فى مياه الشرب مشكلة خطيرة بالنسبة لصحة الإنسان . ويحدث التلوث بعدة وسائل ، قد تكون مباشرة ، أو بالانتقال العرضى من المناطق المجاورة خلال عمليات الرش ، أو من جراء التسرب من المساحات المعاملة بالمبيدات مع حركة الماء . ومن حسن الحظ أن الحساسية العالية للأسماك لمعظم المبيدات المستخدمة فى مكافحة الآفات تعطى مؤشرًا دقيقا وواقعيًّا عن حالة تلوث المجارى المائية الموجودة بها . وعلى سبيل المثال .. فإن الأندرين والتوكسافين يحدثان سمية للأسماك بتركيزات ضئيلة جدًّا (جزء واحد فى البليون) ، ومن ثم يمكن الكشف عن مخلفات المبيدات حيويًّا باستخدام الأسماك كحيوانات تجارب . ولا تمثل المبيدات التابعة للمجموعة الفوسفورية أو الكاربامات مشكلة كبيرة فى هذا الخصوص لسرعة تحللها المائى ، كما فى حالة السيفين والجوثيون وغيرهما . وتعتبر التربة ومحتواها المائى كمصيدة لمخلفات المبيدات وتخفيف التركيزات الموجودة ، ومن ثم تقليل مايصل للنباتات المزروعة فيها . ومن المؤسف أن عمليات التنقية التى تجرى للمياه حتى تصبح صالحة للشرب لا تخلصها من مخلفات المبيدات خاصة من المجموعة الكلورينية . وتوجد المخلفات ، فى المياه فى حدود ٠,٠٠١ جزء فى المليون ، ويشرب الإنسان يوميا حوالى ٢ لتر ماء يحتويان على ٠,٠٠٢ مللجم من مخلفات المبيد . وهذه الكمية وبناء على المعلومات المتاحة عن السمية ــ لا تحدث ضررا على المستوى الحاد أو تحت الحاد لمعايير السمية .

(هـ)التأثيرات الضارة لبعض مكونات الغذاء الطبيعية

عند تناول موضوع تأثير مخلفات المبيدات الضارة على صحة الإنسان يجب ألا نغفل إمكانية حدوث تسمم من بعض المواد السامة الموجودة طبيعيًّا ، أو التى تضاف إلى الطعام الآدمى والحيوانى . وتختلف نوعية الطعام من بلد لآخر ، وتحكمها عوامل تاريخية وثقافية ، علاوة على العادات والسلوك . وفى معظم الأحيان لا تمثل القيمة الغذائية العامل المحدد لاختيار نوعية الغذاء بقدر ما يتحكم فى ذلك الاختيار الموقع الجغرافى والعادات . ومن المؤسف أن غالبية الشعوب تفضل الغذاء الحيوانى عن النباتى . ويمكن القول إن الناس لو علمت بطبيعة المواد الموجودة فى النوع الأول ، علاوة على صعوبة الهضم وغير ذلك من الأضرار ، لفضلت الغذاء النباتى بدرجة كبيرة .

ومن أحسن الأمثلة على المواد الطبيعية الموجودة فى الطعام الأكسالات ، والتى توجد بكميات كبيرة فى الكرنب ، والإسفاناخ « السبانخ » وغيرها من الخضروات . وفول الصويا غير المطهى

يحتوى على مضادات التربسين Antitrypsin الذى يؤثر على عملية الهضم . وتحتوى بذور القطن على الجوسيبول . وتحتوى بعض أنواع الفول السودانى على السيانيدات ، وتحتوى الحبوب على Phytate التى تتدخل مع عمليات التكلس . ويوجد السابونين فى العديد من الأطعمة ، مثل :البطاطس ، وفول الصويا ، والبنجر ، والخبز ، والفواكه ، والطماطم ، والبرتقال . ولقد تم عزل مركب مضاد للغدة الدرقية Antithyroid من الأجزاء التى تؤكل طازجة لبعض الخضروات من عائلة الخردل ، خاصة اللفت .

ولقد أظهرت الدراسات فى هذا المجال أن العديد من المركبات الطبيعية التى توجد فى الأطعمة تعتبر مفيدة ونافعة للإنسان والحيوان عند تواجدها بتركيزات بسيطة ، وعلى العكس .. تحدث أضراراً وتسممات عند التركيزات العالية . ومن أحسن الأمثلة فى ذلك فيتامين « أ » ،وفيتامين « د » ، حيث تحدث زيادتهما أعراضاً مرضية خطيرة « Hypervitaminosis » . وفى المقابل لا يمكن الاستغناء عن تواجدها فى الغذاء تجنباً لضرر نقصها على الصحة العامة ، خاصة فى الأطفال . وبالرغم من أهمية الكوبالت فى تكوين فيتامين (B_{12}) للإنسان ، إلا أن استمرار تعاطيه حتى بكميات صغيرة يحدث زيادة فى احمرار الدم « Polycythemia » . ويؤدى استمرار إعطاء الريبوفلافين أو حامض الفوليك إلى التحطيم الكلى فى الفئران ، كما أن زيادة سكر اللاكتوز فى غذاء الفئران سبب لها فقد البصر « Cataract » .

ومن أوضح الأمثلة التى تهم حياة كل فرد منا تتمثل فى أن زيادة السعرات الحرارية التى نحصل عليها من أنواع معينة من الغذاء تؤدى إلى السمنة المفرطة ، مما يزيد من مخاطر الإصابة بالبول السكرى ، وزيادة الضعف ، وغيرها من الحالات المرضية . ولقد ثبت أن الإفراط فى تعاطى البيض يحدث سرطانات فى الفئران ، كما أن السلينيوم رغم ضرورة تواجده فى الغذاء ، إلا أن زيادته تحدث السرطان . وزيادة ملح الطعام لدرجة ٢,٨٪ من الوزن أحدث مظاهر مرضية خطيرة فى حيوانات التجارب ، مثل : الارتفاع الخطير فى ضغط الدم ، وعلامات التوتر ، وتكوين الأورام الدهنية ، وانسداد الشرايين ، وتقصير فترة الحياة .

ويؤخذ الفلورين فى الوقت الحالى مع الماء ، أو تعامل به الأسنان لحمايتها من التسوس ، ولكن زيادته عن الحد المناسب تحدث أضرارًا خطيرة فى الطعام . ونعود مرة أخرى للتأكيد على أهمية العلاقة بين الجرعة والتأثيرات الجانبية الضارة لجميع أنواع الكيميائيات .

(و) حالات تسمم الإنسان من مخلفات المبيدات — Human poisoning

١ ـــ حالات تسمم من جراء التطبيق الزراعى — Agricultural usage

هناك نوعان من الضرر يجب أخذهما فى الاعتبار عند تقييم ضرر مخلفات المبيدات على الصحة العامة . الأول : يتمثل فى احتمال حدوث ضرر حاد نتيجة لتعاطى المخلفات خلال يوم واحد أو عدة

أيام . والثانى : يشمل التأثيرات الضارة على المدى الطويل ، والناتجة من استمرار تعاطى كميات صغيرة من السموم يوميًا ولعدة سنوات . ومن المشاهدات الميدانية أمكن استنتاج عدم حدوث أضرار حادة من جراء المخلفات الموجودة فى المواد الغذائية ، لأنها غالبًا تكون بكميات ضئيلة جدًا ، خاصة فى الدول التى تراعى الحدود المسموح بتواجدها من هذه السموم ، طالما كانت تستخدم بالتركيزات والطرق والتعليمات المطلوبة . ولو أن هناك العديد من حالات التسمم الحاد التى حدثت من جراء تناول أغذية محتوية على نسبة عالية من المخلفات نتيجة لمخالفة التعليمات ، فلقد تسمم العديد من الناس فى أمريكا عندما أكلوا أحد النباتات الخضراء التى عوملت بسلفات النيكوتين بتركيز عال (ضعف الموصى به) ، وبعد الرش بيوم واحد فقط وحتى بعد أسبوعين وجدت مخلفات فى حدود ٦٩ – ١٢٣ جزء فى المليون ، بينما الحد المسموح به من هذا المركب جزءان فى المليون فقط .

وفى الماضى سجلت حالات تسمم من تناول خضروات مرشوشة بالتوكسافين ، ولم يؤد الغسيل بالماء أكثر من مرة للتخلص من المخلفات ، مما دعا لتحريم استخدامه على النباتات القريبة من النضج . وفى أحوال قليلة حدث تسمم من جراء أكل جريب فروت ملوث بالسيانيد . وفى مصر سجل العديد من حالات التسمم خلال موسم رش القطن بالمبيدات ، خاصة من جراء الرش الأرضى بالمبيدات الشديدة السمية ، مثل اللانيت وغيره من مبيدات الكاربامات ، وكذلك الفوسفورية العضوية . أما حالات الضرر الحادة أو المزمنة الناتجة من جراء تناول الأغذية أو المياه الملوثة بمخلفات المبيدات ، فللأسف الشديد لاتوجد سجلات لعددها ، ومما لاشك فيه أنها تمثل خطورة كبيرة على صحة الإنسان المصرى نتيجة لعدم التزام الفلاحين بنوعية المبيدات ، والطرق المناسبة ، وكذا التوقيت المناسب لإجراء عمليات مكافحة الآفات بالمبيدات .

٢ – حالات تسمم من جراء التلوث خلال التخزين أو الشحن

Storage or shipment

يحدث كثير من حالات التسمم نتيجة لتلوث المواد الغذائية بالمبيدات السامة وخلال الشحن كما حدث فى إنجلترا على سبيل المثال عندما تسمم ٤٩ شخصًا تناولوا خبزًا صنع من دقيق لوث بالأندرين عند نقله فى عربات السكك الحديدية التى شحنت فيها كميات الأندرين قبل ذلك . وحدثت مئات الوفيات فى الهند نتيجة لتلوث المواد الغذائية أثناء الشحن والنقل . ولتجنب حدوث هذه الأضرار يجب وضع بطاقات بها بيانات واضحة وتفصيلية وتحذيرية تجنباً لتلوث المواد الغذائية عن هذا الطريق . ولا يمكن أن ننسى تسمم الناس فى سنغافورة عام ١٩٥٩ من تناول الشعير الملوث بالباراثيون ، ولقد ثبت من الإحصائيات فى هذه الحادثة شدة حساسية الاطفال الصغار ، بالمقارنة بالكبار للتسمم بهذا المبيد . ولقد قدرت جرعة الباراثيون القاتلة بمقدار ١ر مللجم / كجم ولم يكن متاحا غير الأثروبين كمضاد للتسمم فى ذلك الوقت ولقد حدث فى الولايات المتحدة الأمريكية ، رغم القيود الشديدة المنظمة لتداول المبيدات أن

تسمم عددمن الأولاد من جراء ارتداء بنطلونات لوثت بالفوزدرين خلال الشحن من المصنع حتى مكان التجهيز .

٣ - حالات تسمم العمال الزراعيين من مخلفات المبيدات Crop workers

كثيرًا ما يحدث تسمم للعمال الزراعيين من مخلفات المبيدات خلال عمليات جمع وقطف الثمار أو الخف أو الزراعة أو الرى . ويمكن مشاهدة ذلك من تتبع صحة العمال ، وكذلك انخفاض مستوى نشاط إنزيم الكولين إستريز فى الدم . وتحدث هذه الحالات إذا تعرض العمال لمخلفات المبيدات خلال يوم أو يومين من المعاملة . وينتج الضرر غالبا من تخلل المبيد عن طريق الجلد بدرجة أكبر من دخوله عن طريق الجهاز التنفسى . وهذا يوضح أهمية ارتداء الملابس الواقية والالتزام بجمع النباتات بعد الفترة المسموح بها من قبل الجهات المسئولة عن هذا الموضوع .

والجدول (٤ - ٣) يوضح حالات التسمم التى أمكن تسجيلها بواسطة إحدى الوكالات الأمريكية عام ١٩٦٩ من جراء التعرض المباشر والعرضى ، وكذلك خلال نقل المبيدات وتخزينها وتناول مواد ملوثة بالمبيدات ، علاوة على التسمم نتيجة لسوء التطبيق .

جدول (٤ - ٣) : حالات التسمم من جراء التعرض المباشر والعرضى للمبيدات .

سبب الحادثة	نوع المبيد المسئول عن التسمم	المواد الملوثة بالمبيد	الحالات التى تأثرت بالمبيد	عدد الوفيات	مكان التسمم والموت
التلوث خلال	أندرين	دقيق	١٥٩	صفر	ويلز
نقل المبيدات	أندرين	دقيق	٦٩١	٢٤	قطر
أو تخزينها	أندرين	دقيق	١٨٣	٢	السعودية
	ديلدرين	مواد غذائية	٢٠	صفر	الهند
	ديازينون	مخلوط بقوليات	٢٠	صفر	أمريكا
	باراثيون	قمح	٣٦٠	١٠٢	الهند
	باراثيون	شعير	٣٨	٩	مالايا
	باراثيون	دقيق	٢٠٠	٨	مصر
	باراثيون	دقيق	٦٠٠	٨٨	كولومبيا
	باراثيون	سكر	٣٠٠	١٧	المكسيك
	باراثيون	رقائق الخبز	٣	صفر	كندا
	ميفينفوس	نباتات	٦	صفر	أمريكا

جدول (٤ - ٣) : يتبع .

سبب الحادثة	نوع المبيد المسئول عن التسمم	المواد الملوثة بالمبيد	الحالات التي تأثرت بالمبيد	عدد الوفيات	مكان التسمم والموت
تناول مواد ملوثة بالمستحضرات	سادس كلوريد البنزين	تقاوى الحبوب	٣٠٠٠	٣ـ١١٪	تركيا
	زئبق عضوى	تقاوى الحبوب	٣٤	٤	باكستان
	زئبق عضوى	تقاوى الحبوب	٣٢١	٣٥	العراق
	زئبق عضوى	تقاوى الحبوب	٤٥	٢٠	جواتيمالا
	وارفارين	طعوم سامة	١٤	٢	كوريا
سوء التطبيق	توكسافين	حبوب	٧	صفر	أمريكا
	نيكوتين	الخردل	١١	صفر	أمريكا
	باراثيون	معالجة ضد القمل	١٧	١٥	إيران
	تبتاكلورفينول	الكتان	٢٠	٢	أمريكا

ويتضح من هذا الجدول المأخوذ عن إحدى الوكالات الأمريكية عام (١٩٦٩) حدوث ٢٠٠ حالة تسمم فى مصر من جراء تداول مبيد الباراثيون ، مما أسفر عن موت ٨ أفراد .. والحمد لله أن هذا المبيد غير مصرح باستخدامه فى مصر ، نظرًا لسميته ، ولكن ما هو الضمان لعدم استيراد قمح غير معامل بهذا المبيد أو بمثلاته السامة ؟

٥ - خطورة الكيميائيات الأخرى على الإنسان

سنحاول فيما يلى الإشارة إلى خطورة بعض العناصر والكيميائيات التى لاتستخدم كمبيدات آفات على صحة الإنسان ، حيث إنه يتعرض لها إجباريًا ، دون أية احتياطات تذكر ، لأنها من أخطر ملوثات البيئة . ومن الضرورى أن نعطى فى مصر أهمية كبرى لذلك ، حيث تعامل فى الدول المتقدمة كسموم يسرى عليها مايشرع عن المبيدات من حيث التداول ، والاستخدام ، والتسجيل ، وحدود السمية ومدى تواجدها فى مكونات البيئة المختلفة ، والكميات التى يتناولها الإنسان ويتعرض لها .. وخلاصة القول إنها تتحمل مسئولية أكبر من المبيدات فى التأثير على صحة الإنسان المصرى .

(أ) العناصر والمعادن الثقيلة

يتعرض الإنسان إلى حوالى ٥٢ عنصرًا معدنيًا وكلها ذات أهمية اقتصادية ، خاصة فى مجال الصناعة . وخطورة العناصر أنها جميعًا ـــ وبدون استثناء ـــ مواد غير قابلة للانهيار الحيوى ، ومن ثم توجد ـــ وباستمرار ـــ احتمالات التسمم نتيجة للتعرض المباشر وغير المباشر . وهناك معادن تنتج من احتراق الزيوت ، مثل الفاناديوم الذى ينطلق فى الجو ، وكذلك الزئبق من احتراق الفحم .

والمعادن ذات أهمية بيولوجية وفسيولوجية فى جسم الإنسان . وخطورة التعرض لها تتمثل فى حدوث خلل فى محتواها . والمعادن التى تتجمع فى جسم الإنسان تحدث أضرارًا خطيرة . ويحتوى الكثير من الأدوية على العناصر ، وخطورة الإسراف فى استخدامها وطريقة دخول المعادن من أهم العوامل المحددة لسميتها على الإنسان . وأخطر طريق هو الاستنشاق ، وبناء على ذلك .. تم وضع الحدود الآمنة من المعادن للعمال الذين يعملون ٨ ساعات فى المصانع (لا توجد حدود فى مصر) . ولقد أشارت الدراسات إلى اختلاف موضع تأثير كل معدن على حدة ، فعلى سبيل المثال .. يؤثر الزرنيخ ، والباريوم ، والبورون ، والنحاس ، والحديد والقصدير ، والرصاص ، والسلينيوم ، والزنك من خلال الجهاز الهضمى ، ويؤثر الألومنيوم ، والأنتيمون ، والزرنيخ ، والحديد ، والماغنسيوم ، والمنجنيز ، والزئبق ، والنيكل ، والفضة من خلال الجهاز التنفسى . وتؤثر معظم المعادن على الجهاز العصبى المركزى ، وعلى الكلية ، والكبد ، والجلد . وبالنسبة للعظام نخص الزنك ، وعلى جهاز إفراز الهرمونات فى المخ نخص بالذكر الزرنيخ ،والكوبالت ، والحديد .. وعلى الدم نخص بالذكر الزرنيخ ، والنحاس ، والذهب ، والحديد ، والقصدير ، والليثيوم ، والزنك . وتجدر الإشارة إلى أن ضرر الجلد قد يحدث نتيجة للتعرض المهنى للمعادن ، أو من تلوث الهواء ، أو باستخدام الأدوية أو ملامسة الحلى . والرئة تمثل الطريق الرئيسى لدخول العديد من المعادن ، خاصة الزئبق . أما عن طريق الفم ، فتدخل المعادن من خلال الأدوية ، أو الأسمدة ، أو المبيدات الحشرية ، أو السلع المختلفة ، أو الأكل والماء الملوثين بالمعادن . ومما يعقد الأمور أن بعض المعادن تتحول فى البيئة إلى صور أكثر سمية . ولقد سجلت حالات كثيرة للتسمم بالزئبق ، وإجهاض الحوامل ، ووفيات ، وذلك نتيجة لتناول سمك ملوث بميثايل الزئبق الناتج كأحد عوادم المصانع ، والذى يتكون من التحلل الميكروبى للزئبق فى الطين الموجود فى قاع البحار . ولقد سجلت تركيزات عالية من المعادن فى الهواء فى المدن ، والتى تتأتى من عوادم السيارات ، وتم حصر الزنك ، والنحاس ، والحديد ، والرصاص ، والمنجنيز ، والنيكل ، والقصدير ، والتيتانيوم ، والكروميوم وغيرها . والحد المسموح باستنشاقه من هذه العناصر أقل بكثير جدًا من ذلك الخاص بمبيدات الآفات ، مما يؤكد خطورة العناصر على صحة الإنسان ، خاصة على المدى الطويل ، حيث ثبت أن العديد من المعادن يحدث سرطانات وتشوهات خلقية فى الإنسان والحيوان ، خاصة الألومنيوم ، والأنتيمون ، والزرنيخ ، والباريوم ، والبزموت ، والبورون ، والكادميوم ، والكروميوم ، والكوبالت وغيرها .

(ب)المذيبات العضوية والأبخرة

تمثل المذيبات العضوية وأبخرتها عنصرًا شائعًا فى البيئة الحديثة ، سواء فى المعمل أم فى المنزل . والتعرض لها يكون لفترات طويلة ، ومن ثم يكون تأثيرها محدودًا ، كما فى حالة الجازولين ، وسوائل الإضاءة ، والأنواع المختلفة من الأيروسولات ومزيلات البقع . وعلى العكس .. تحدث حالات تعرض خطيرة ، كما فى حالات مزيلات البويات ، ومنظفات الأرضيات والملابس فى المنازل

والمصانع ، ونظرًا لاستخدام كميات كبيرة من المذيبات العضوية ، ونظرًا لخطورة الأبخرة فى الجو ، فإن الدراسات تناولت تحديد الحد الحرج على الإنسان والحيوان نتيجة للتعرض للأبخرة لمدة ٧ ــ ٨ ساعات يوميًا أو ٤٠ ساعة أسبوعيًا ، خاصة عن طريق الاستنشاق ، وهو طريق دخول الأبخرة التى تحدث التسمم الحاد أو المزمن . ولقد ثبتت شدة الضرر التى تحدثها المذيبات الكلورينية على الكبد ، كما فى حالة الكلوروفورم ، ورابع كلوريد الكربون . ومن أخطر المذيبات الأليفاتية كحول الميثانول ، ونواتج تمثيله هى المسئولة عن إحداث التسمم ، لذلك كان لابد من إضافة بعض الكحولات الأخرى التى تقلل من تأثيره ، مثل الإيثانول . وهناك مذيبات الإيثيلين ، والداى إيثيلين جليكول التى تدخل عن طريق الجهاز الهضمى ، ومن ثم تتحول إلى حامض الأوكساليك الذى يترسب فى الكلية ، ويسبب الفشل الكلوى . أما إيثيرات الجليكول ، والتى تستخدم بكثرة لصفاتها الذوبانية فى تجهيز المستحضرات الزئبقية التى تذوب فى الماء ، فإنه يحدث لها امتصاص سريع عن طريق الجلد ، ومن ثم تنفذ بسرعة إلى الجسم وتضر كثيرًا بالكلية ، وتحدث الأنيميا على المدى الطويل . وفى حالة المذيبات الحلقية ، كالبنزين ، فإن كثرة التعرض له تتلف المادة العظمية . والتساؤل الآن يتمثل فى مدى الخطر والضرر الذى يحدث من جراء التعرض لهذه المذيبات وأبخرتها ؟ والإجابة واضحة ، وتتمثل فى أن الضرر يرتبط بطول فترة التعرض ، وغير ذلك من العوامل السائدة . والحقيقة المؤكدة أن العاملين فى محطات البنزين ومصانع الأيروسولات وغيرها من المصانع ، وحتى تجهيز العطور لا بد أنهم يعانون ــ ولو على المدى البعيد ــ من تأثيرات خطيرة تفوق فى تأثيراتها المبيدات بجميع أنواعها .

(جـ) ملوثات الهواء

لقد تم تسجيل وجود أربعة ملوثات تفوق غيرها فى الكمية الموجودة فى الهواء ، خاصة فى المدن ، وهى بالترتيب التنازلى كالآتى : أول أكسيد الكربون ، ثم أكاسيد الكبريت ، ثم الأيدروكربونات ، ثم الأكاسيد النيتروجينية . وتختلف سيادة كل من هذه المكونات تبعًا للمكان (مدن صناعية ــ شواطىء ...) ولقد ثبت أن التلوث الناتج من عوادم السيارات يمثل ٦٠٪ من مجموع ملوثات الهواء تليه المصادر الصناعية ، ثم مولدات القوى الكهربائية ، ثم السخانات ، ثم المواد والمخلفات الأخرى . ولقد سجلت علاقة مؤكدة بين حالات الحساسية فى الجلد والأعين ، وصعوبة التنفس ، والإنفلونزا فى الإنسان ، ومستويات أول أكسيد الكربون والأوزون وغيرها من الأكاسيد فى الجو ؛ مما أدى إلى ظهور الأعراض المرضية الحادة خلال زمن قصير من التعرض . ولقد سجلت حالات مرضية وصلت إلى ٦ أنواع من الأمراض الخطيرة على المدى الطويل (تسمم مزمن) نتيجة للتعرض لملوثات الهواء ، كان من أخطرها حدوث سرطان الرئة ، ومايترتب عليه من ضرر للجهاز التنفسى كله . ووجدت علاقة بين الإصابة بالبرد ومستوى الكبريتات فى الجو . وحالات الالتهاب الشعبى المميتة ، خاصة فى المدن المكتظة كالقاهرة ، تحدث بدرجة تتوقف على تعداد السكان ، وكميات الوقود التى تحرق ، والمستوى السنوى لثانى أكسيد الكبريت فى المدينة ،

ومستويات الأتربة فى الهواء وغيرها . وهذا الضرر يفوق بكثير ما يحدث من جراء التعرض للمبيدات بجميع أنواعها . ولا نعرف على وجه التحديد كيف يمكن وضع معايير عن ملوثات الهواء وكيفية مواجهتها لكثرة العوامل التى تؤثر عليها ، وتتأثر بها ، والعديد من التداخلات بينها وبين المكونات الأخرى .

(د) المواد الإضافية للغذاء

قد تضاف هذه المواد عن عمد خلال أى مرحلة بعد الإنتاج (أثناء التجهيز فى المصانع أو المنازل) أو بطريقة عرضية . وقد تضاف خلال الإنتاج بهدف تحسين الإنتاج أو صفات المنتج النهائى ، وقد تصل للمواد الغذائية نتيجة للتداول غير الواعى . والقسم الأول يشمل الفيتامينات ، والمعادن ، ومضادات التأكسد ، ومواد إضافة الطعم واللون . أما القسم الثانى ، فيشمل المواد السمادية ، والمبيدات ، ومنظمات النمو النباتية ، ومنشطات النمو الحيوانية وغيرها . ونواتج التمثيل الميكروبية قد تضاف إلى القسمين دون تفرقة . ومناقشة هذا الموضوع من الناحية التوكسيكولوجية ، خاصة فيما يتعلق بالأمان لابد أن يتناول أثر هذه المواد على صحة الإنسان . ولقد ثبت أن بعض هذه المواد تشمل مسببات السرطانات ، أو الطفرات ، والمواد المشعة ، والمبيدات ، والمعادن ، والمذيبات ، والأبخرة ، والسموم الحيوانية والنباتية ، والبلاستيك ، وملوثات الهواء ، ومضادات الميكروبات وغيرها .

ومن الصعوبة بمكان وضع الحد المسموح بتناوله مع الغذاء اليومى من هذه المواد الإضافية . ولقد وضعت القواعد الدولية ، بحيث لا يسمح بإضافة أى مادة قبل الحصول على تصريح من منظمة الزراعة والأغذية . ومن الأمثلة الصارخة فى هذا المجال « فيتامين(أ) » ، حيث إن الحد المسموح به يوميًا فى حدود ٥٠٠٠ وحدة دولية . ومن المعروف أن الكاروتينات لا تسبب أية تسممات حادة ، ولكن تعاطى كميات كبيرة منها يحدث اصفرارًا فى الجلد ، كما يحدث فى السيدات اللاتى يتناولن ٠,٥ لتر من عصير الطماطم يوميًا ولسنوات متعددة ، والجرعات فى حدود ١٨٥٠٠ وحدة دولية سامة للأجنة التى تحملها الأمهات التى تتعاطى فيتامين (أ) ، أو يأكلن كميات كبيرة من الكبد (الدب) .. وفى سنة ١٩٧٣ تم حظر استخدام فيتامين (أ) أو (د) إلا تحت ظروف معينة ، وتتحكم فيها الفيروسات ، والبكتيريا ، والفطريات ، والنيماتودا ، والبروتوزوا وغيرها من الكائنات المتطفلة . والأخطر من ذلك إنتاج ممثلات بواسطة هذه الميكروبات سميتها تعادل أضعاف ما يحدث من الميكروبات الأصلية .. والعبوات وعمليات التجهيز وتصنيع المواد الغذائية قد تكون مصدرًا أساسيًا لإيجاد بعض العناصر المعدنية ، مثل الزنك والقصدير ، والتى تحدث تأثيرات سامة خطيرة للمستهلك . وتضيف ملوثات الهواء كميات كبيرة من العناصر المعدنية إلى الغذاء ، حيث ثبتت زيادة تركيزات الكادميوم ، والنيكل ، والقصدير ، والزنك فى التربة والخضروات الموجودة بالقرب من الطرق ، وتتناقص كلما بعدت المسافة عن الطريق . ولقد ثبت أن التلوث يرتبط بمكونات

الجازولين وزيت الموتور . وسمية مركبات الزئبق ومخلفاته فى السمك تمثل خطورة كبيرة . وكان يعتقد فى الماضى أن الإنسان هو المصدر الوحيد لمركبات الزئبق العضوية ، ولكن ثبت حديثًا أن الميكروبات الموجودة فى قاع البحار قادرة على تحويل الزئبق غير العضوى إلى مشتقات الميثايل الأحادية والثنائية . وطبيعة العبوات التى توضع فيها المواد الغذائية والمشروبات والمياه تمثل عنصرًا أساسيًا للتلوث ، ومن ثم تحدث أضرار للمستهلك . ولقد انتقلت إسترات حامض الفثاليك إلى الدم المحفوظ فى أوان بلاستيكية . وهناك أدلة على تجمع هذا الحامض من خلال السلسلة الغذائية وإحداث سمية فى الأسماك . ولقد أوقف استخدام مشتقات كلوريد الفينايل العديدة فى تعبئة السوائل ، نظرًا لاحتمال حدوث تفاعل بينها وبين الكحولات . وبعد ذلك يظل السؤال المطروح هو مدى إمكانية تأثير المستويات البسيطة جدًا من محسنات الغذاء على إحداث السرطانات وغيرها من الأمراض الخطيرة .

(هـ) مواد متنوعة تسبب مشاكل فى مجال السمية على الثدييات

وهذه تشمل مواد من مصادر حيوانية أو نباتية ، وكذلك بعض الأدوية والمشروبات التى تستعمل على نطاق واسع بين الناس . ونخص بالذكر البلاستيك ومشتقاته .

مما سبق .. يتضح أن الإنسان وحيواناته يتعرض للتسمم من جراء الاستهلاك المباشر ، أو التعرض الإجبارى ، أو العرضى للعديد من المواد الكيميائية ، وقد تفوق فى الضرر مايحدث من جراء استخدام المبيدات . وفى النهاية يمكن القول إن العبرة ليست بمدى سمية المركب الكيميائى من البداية ، ولكن بطريقة وكيفية ودرجة التعرض له ، وكذا وسائل حماية الإنسان من الضرر الذى قد يحدث له .. وهذا يعطى التأكيد على ضرورة سنّ واحترام القواعد والقوانين التى تنظم التعامل مع كافة أنواع السموم .

ثانياً : تقسيم المبيدات تبعاً للسمية الحادة للمركب

Name	LD_{50} mg/kg	Name	LD_{50} mg/kg
شديدة الضرر جداً		Class IA Extremely hazardous	
aldicarb	0.93	leptophos	50
arsenous oxide	180	M 74	
calcium cyanide		MBCP	
chlorfenvinphos	10	mephosfolan	9
chlormephos	7	merkaptophos	1
chlorthiophos	9.1	metaphos	
coumaphos	7.1	mevinphos	4
crimidine	1.25	parathion	13
CVP			
cyanthoate	3.2	parathion-methyl	14
cycloheximide	2	phenylmercury acetate	30
DBCP		phorate	2
demephion-O and - S	15	phosdiphen	6.2
demeton-O and - S	1.7	phosfolan	9
dibromochloropropan	170	phosphamidon	7
dieldrin	10	prothoate	8
dimefox	1	red squill	
disulfoton	2.6	schradan	9
EPN	14	scilloriside	c0.5
ethoprophos	26	sodium fluoroacetate	0.2
ethoprop		sulfotep	5
ethylthiometon		TEPP	1.1
fenamiphos	15	terbufos	c2
fensulfothion	3.3	thionazin	11
fonofos	c8	thiofos	
fosthietan	5.7	timet	
hexachlorobenzene	10000	trichloronat	16
IPSP	28		

ولقد قسمت المبيدات تبعاً للسمية الحادة من طريق الفم كما يلي :

عالية الضرر Class IB Highly hazardous

acrolein	46
aldoxycarb	27
aldrin	98
allyl alcohol	64
aminocarb	50
antu	8
azinphos-ethyl	12
azinphos-methyl	16
azocyclotin	80
bis (tributyltin) oxide	194
blasticidin-S	16
bromophos-ethyl	71
butcarboxim	158
butoxycarboxim	288
calcium arsenate	20
carbofuran	8
carbophenthion	32
carbophenthion methyl	157
chlordecone	114
cloethocarb	35.4
chlorphacinone	(2.1)
crotoxyphos	74
DDVP	
DDVP	
delnav	
demeton-S-methyl	40
demeton-S-methylsulfon	37
diamidafos	190
dichlorvos	56
dicrotophos	22
dimetilan	47
dinoseb	58
dinoseb acetate	60
dinoterb	25
dioxathion	23
DMTP	
DNBPA	
DNOC	25
isazofos	60
isofenophos	28
isothioate	150
isoxathion	112
lead arsenate	c10
mecarbam	36
medinoterb acetate	42
methamidophos	30
methidathion	25
methacarbate	19
methomyl	17
2-methoxymethyl mercury chloride	30
methylmercury dicyandiamide	32
methyl-merkaptophosteolovy	
metimarkaptophosoksid	
metriltriazotion	
monocrotophos	14
MPP	
Nicotine	50
nitrilacarb	9
omethoate	50
oxamyl	6
oxydemeton-methyl	65
oxydeprofos	
paris green	22
pentachlorophenol	80
phenylmercury nitrate	
pirimiphos-ethyl	140
propaphos	70
propetamphos	75
sodium arsenite	10
sodium cyanide	6
strychnine	16
TBTO	
thiofanox	8
thiometon	120
thioxamyl	
triamiphos	20
triazophos	82

EDDP			
edifenphos	150	triazotion	
edifenphos	150	vamidothion	103
endothion	30	zinc phosphide	45
endrin	7		
ESP	105		
famphur	48		
fenthion	330		
flucythrinate	67		

متوسطة الضرر Class II moderately hazardous

allidochlor	700	chlordimeform	340
anilofos	472	chlorophacinone	(2.1)
bendiocarb	55	chlorphenamidine	
bensulide	770	chlorphonium chloride	
benzofos		chlorpyrifos	135
BHC		copper sulfate	300
binacryl	421	cryolite	200
bioallethrin	700	cuprous oxide	270
bisthiosemi	c150	cyanazine	182
BPMC	410	cyanofenphos	89
brodifacoum	(0.3)	cyanophos	610
bromadialone	(1.12)	CYAP	
bromoxynil	190	cyhalothrin	243
bromoxynil octanoate	250	CYP	
bronopol	c200	cyprofuram	174
bufencarb	87	2,4-D	375
butamifos	630	DAPA	
butylamine	380	DDT	113
camphenchlor	80	dialifor	
carbaryl	c300	dialifos	145
cartap	325	di-allate	395
chinalphos		diazinon	300
chloralose	400	dibrom	
chlordane	460	dichlofenthion	270
chlordimeform	340	difenzoquat	470
chlorfenprop-methyl	1 190	dimethoate	c150
		dimexano	340
dinobuton	140	isoprocarb	403
dioxacarb	90	karbation	
diquat	231	lindane	

drazoxolon	126	malonoben	87
ECP		MEP	
endosulfan	80	mercaptodimethur	
endothal-sodium	51	mercurous chloride	210
EPBP	275	metam-sodium	285
EPTC	1 652	methiocarb	100
esbiol	410	methacrifos	678
esbiothrin	370	methyl isothiocyanate	175
ethiofencarb	411	metolcarb	268
ethion	208	MIPC	
ethoate-methyl	340	mirex	c 300
etrimfos	1 800	molinate	720
fenaminosulf	60	MPMC	
fenchlorphos	1 740	nobam	395
fenitrothion	503	NAC	
Fenpropathrin	107	naled	430
fentin acetate	125	2,4-PA	
fentin hydroxide	108	PAP	
fluvalinate	1 097	paraquat	150
formothion	365	pebulate	1 120
fosfamid		PHC	
gamma-BHC		phenthoate	c400
gamma-HCH	88	phenylmercury dimethyl	120
glufosinate	1 625	dithiocarbamate	
guazatine	230	phosalone	120
HCH	100	phosmet	230
heptachlor	100	phoxim	1 975
hexachloroacetone	1 550	phthalofos	
imazalil	320	piperophos	324
ioxynil	110	pirimicarb	147
ioxynil ocatonoate	390	polychlocamphene	
isobornyl thiocynoacetate	1 608	potassium cyanate	841
profenofos	358	sulfallate	850
promacyl	1 220	sulprofos	130
promecarb	74	2,4, 5-T	500
propiconazole	1 520	TCA	
propoxur	95	terbumeton	485
prothiofos	925	thiazafluron	278
prothiophos		thiazfluron	
pyrazophos	435	thiobencarb	1300
pyrethrins	500-1000	thiocyclam	310
quinalphos	62	thiodan	
reglon		toyl-methylcarbamate	

ronnel	132-
rotenone	1500
salithion	125
SAP	
sec-butylamine	
sevin	
sodium fluoride	180
Toxaphene	
trichloroacetic acid	
tricyclazole	305
tridemorph	650
trimethacarb	125
vernolate	1780
xylylcarb	380

قليلة الضرر Class III Slightly hazardous

acephate	945
acetochlor	2950
acifluorfen	1370
alachlor	1200
allethrin	920
ametryn	1405
amitraz	800
azamethiphos	1010
azidithion	
barben	1300
barium carbonate	650
bentazone	1100
benzoylprop-ethyl	1555
benzthiazuron	1280
bromofenoxium	1217
bromophos	c1600
butacarb	c1800
buthidazole	1480
cacodylic acid	
calcium cyanamide	1400
carbofos	
chlorfenac	575
chlorfenthol	930
chlorfenson	c 2000
chlorinat	
chlormaquat	670
chloroacetic acid	650
chlorobenzilate	700
chlorocholine chloride	
chlorophacinone	(2)
chlorthiamid	757
cismethrin	
citrex	
clofop-isobutyl	1208
CNA	
copper oxychloride	1400
coumachlor	900
coumatetralyl	(5 x 0.3)
crufomate	770
cycloate	+ 2000
cyfluthrin	590
cyhexatin	540
cymoxanil	1196
dazomet	640
2,4-DB	700
DCBN	
deet	2000
dehydroacetic acid	1000
DSMA	1800
ephirsulphonate	
erbon	1120
etacelasil	2065
etaconazole	1340
ethohexadiol	2400
etridiazole	2000
EXD	600
fenoprop	650
fenson	1550
fenthiaprop	915
fiamprop-methyl	1210
fluchloralin	1550

2,4-DP		flutriafol	1140
2,4-DES		fomesafen	1250
desmetryn	1390	fuberidazole	1100
diallyl dichloroacetamide	2080	furalaxyl	940
dichlone	1300	hexaflurate	1200
p-dichlorobenzene		hexazinone	1690
dichlorophen	1250	hydramethylnon	1200
dichlorprop	800		
diclofop	565	IBP	600
dicofol	c 690	isonoruron	c 500
diethyl toluamide		isoprothiolane	1190
difenacoum	(1.8)	isoproturon	1800
dimzthachlor	1600	kelthane	
dimethametryn	3000	malathion	c 2100
dimethipin	1180	maldison	
dimethylarsinic acid	1350	MCC	
dinocap	980	MCPA	700
diphacinone	(3)	MCPA-thiosethyl	790
diphenamid	970	MCPB	680
disul	730	mecoprop	930
dithianon	640	mefluidide	1920
dodine	1000	menazon	1950
doguadine		mepiquat	1490
metalaxyl	670	quinacetol-sulfate	c 1700
metaldehyde	630	resmethrin	2000
metaxon		ryania	750
methazole	1350	salicylanilide	
2-methoxyethylmercury silicate	1140	sesamex	2000
metolachlor	2780	sethoxydim	3200
MSMA	900	silvex	
2-naphthyloxyacetic acid	600	simetryn	1830
nitrapyrin	1072	sodium chlorate	1200
norbormide	(52)	sulfoxide	2000
nuarimol	1250	swep	552
paclobutrazol	1300	2,3,6-TBA	1500
palléthrine		tebuthiuron	644
pendimethalin	1050	thiram	560
perfuidone	920	TMTD	
pimaricin	2730	2,4,5-TP	
pindone	(50)	tri-allate	2165
piproctanyl	820	triadimefon	602
pirimiphos methyl	2018	triadimenol	900
prochloraz	1600	trichlorfon	560

propachlor	1500	triclopyr	710
propanil	c 1400	trifenmorph	1400
propargite	2200	undecan-2-one	2500
propyl isome	1500	warfarin	(5 xl mg)
prothiocarb	1300	XMC	542
pyridate	c 2000	ziram	1400
zoocoumarin			

مركبات تختلف طبيعتها مع إحداث السمية أو الضرر الحاد

Present Acute Hazard in Normal Use

alloxydim-sodium	2260	aziprotryne	3600
aminotriazole		benazolin	3200
amitrole	5000	benefin	
ammonium sulfamate	3900	benfluralin	+ 10000
ancymidol	4500	benodanil	6400
anilazine	2710		
anthraquinone	+ 5000	benalaxyl	c 4200
asulam	+ 4000	benthrodine	
atrazine	c 2000	benzamizole	+ 10000
benzoximate	+ 10000	chloromethiuron	2500
bifenox	+ 6400	chloroneb	+ 11000
bioresemethrin	+ 7000	chloropropylate	+ 5000
biphenyl	3280	chlorothalonil	+ 10000
bitertanol	+ 5000	chlorotoluron	+ 10000
borax	+ 2660	chloroxyifenidim	
bromacil	5200	chloroxuron	+ 3000
bromocyclen	12500	chlorphoxim	+ 2500
bromopropylate	+ 5000	chlorpropham	+ 5000
brompyrazon	+ 6400	chlorpyrifos methyl	+ 3000
bupirimate	c 4000	chlorquinox	+ 6400
buprofezin	2200	chlorsulfuron	5545
butachlor	3300	chlorthal-dimethyl	+ 3000
butam	6210	chlozolinate	+ 4000
buthiobate	3200	clofentezine	+ 3200
butopyronoxyl	7840	COMU	
buturon	3000	credazine	3090
butralin	12600	cycluron	2600
butylate	+ 4000	cypermethrin	+ 4000
captafol	5000	cyometrinil	2277
captan	9000	dalapon	9330
carbandazim	15000	deltamethrin	+ 2200

carbetamide	11000	desmedipham	+ 9600
carboxin	3820	dibutyl phthalate	+ 20000
chinomethionat	2500	dibutyl succinate	8000
clofentezine	3200	dicamba	2900
chlomethoxyfen	+ 10000	dichlobenil	3160
clopyralid		dichlofluanide	5000
chloramben	5620	dichlorfenidim	
		3,6-dichloropicolinic acid	+ 5000
chloranil	4000	diclubutrazol	+ 4000
chlorbromuron	+ 5000	dicloran	4000
chlobufam	2500	dienochlor	3160
chlorfenidim		diethatyl	2300
chlorflurecol-methyl		difenoxuron	+ 7750
chlorflurenol-methyl	+ 12800	difolaton	
chloridazon	2420	dikegulac	+ 31000
dimethirimol	2350	fluoromide	+ 15000
dimethyl phthalate	8200	fluotrimazole	+ 5000
dinat		flurecol-butyl	
dinitramine	3000	flurenol	+ 5000
diphenyl		fluridone	+ 10000
dipropetryn	4050	flutolanil	+ 10000
dipropyl isocinchomerate	5230	flopet	+ 1000
disodium octaborate	5300	fosamine	2400
ditalimfos	5600	fosetyl	5800
diuron	5400	furmecyclox	3780
dodemorph	4500	gibberellic acid	+ 1500
eglinazine	+ 10000	glyphosate	4320
ethalfluralin	+ 10000	glyphosine	3920
ethophon	+ 4000	halacrinate	+ 10000
ethidimuron	+ 5000	hydroprene	+ 34000
ethirimol	6340	2-hydroxyethyl octyl sulphide	8530
ethofumesate	+ 6400	hydroxyosoxazole	
ethyleneglycol bis (trichloracetate)	7000	hymexazol	3900
		imazamethabenz	+ 5000
fenarimol	2500	imazapyr	+ 5000
fenbutalin oxide	2630	imazaquin	+ 5000
fenfuram	12900	iodofenphos	
fenidim		iprodione	3500
fenitropan	3230	isocarbamid	+ 2500
fenoxaprop	2350	isomethiozin	+ 10000
fenpropimorph	2515	isopropalin	+ 5000
fenuron	6400	isoprothiolane	1190
fenuron-TCA	4000	jodfenphos	2100

fenvalerate	3200
ferbam	+ 17000
flamprop-isoproyl	+ 3000
fluazifop	3330
flubenzimine	3000
flumetralin	+ 5000
fluometuron	+ 8000
fluorodifen	9000
metamitron	3343
metazachlor	2150
metiram	+ 10000
methabenzthiazuron	+ 2500
methoprene	+ 34000
methoprotryne	+ 5000
methoxychlor	6000
methoxyphenone	+ 4000
metobromuron	2500
metoxuron	+ 3200
metribuzin	2200
monalide	+ 4000
monolinuron	2250
monuron	3600
monuron-TCA	3700
myclozolin	+ 5000
naphthalene	2000
naphthalic anhydride	12300
2-(l-naphthyl) acetamide	6400
2-(l-naphthyl) acetic acid	c 3000
napropamide	5000
naptalam	8200
neburon	+ 11000
niclosamide	5000
nitralin	+ 2000
nitrofen	c 3000
nitrothal-isopropyl	6400
norflurazon	+ 8000
(octylthio) ethanol	
oryzalin	+ 100000
oxadiazon	+ 8000
oxine-copper	10000
oxycarboxin	2000
pentanochlor	+ 10000

karbutilate	3000
kasugamycin	22000
kinoprene	4900
lenacil	11000
linuron	4000
maleic hydrazide	6950
manocozeb	+ 8000
maneb	6750
Mebenil	6000
phenisobromolate	+ 4000
phenisopham	5000
phenobenzuron	+ 8000
phenmedipham	+ 5000
phenothrin	2480
2-phenylphenol	+ 10000
phthalide	8200
picloram	
piperonyl butoxide	+ 7500
pretilachlor	6100
procymidone	6800
profluralin	c 10000
proglinazine	+ 8000
prometon	2980
prometryn	3150
propamocarb	8600
propazine	+ 5000
propham	5000
propineb	8500
propyzamide	8350
pyracarbolid	15000
pyrazon	
pyridintril	+ 5000
quinomethionate	
quinonamid	+ 12000
quintozene	+ 12000
sabadilla	4000
secbumeton	2680
siduron	+ 7500
simazine	+ 5000
sodium metaborate	
sodium trichloracetate	
solan	
stirofos	

pencycuron	+ 5000	sulfometuron	+ 5000
permethrin	c 4000	TCA	3200
tebutam		thiophanate-methyl	+ 6000
tecanzene	17500	tiocabazil	10000
tedion		tolclofos-methyl	c5000
temephos	8600	tolyflunaid	+ 5000
terbacil	+ 5000	trietazine	2830
terbuthylazine	2160	triflumuron	+ 5000
terbutryn	2400	trifluralin	+ 10000
tetrachlorvinphos	4000	triforine	+ 6000
tetradifon	+ 14700	validamycin	+ 20000
tetramethrin	+ 5000	vinclozolin	10000
tetrasul	6810	zineb	+ 5200
thiabendazole	3330		
thidiazuron	+ 4000		

الفصل الخامس

التخلص من مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية

أولاً : مقدمة

ثانياً : تأثير عمليات التجهيز على مخلفات المبيدات .

ثالثاً : العلاقة بين تقليل أو ازالة المخلفات خلال التجهيز بسلوك المبيد والطريقة المستخدمة .

رابعاً : ثبات المبيدات تحت التبريد والتخزين .

خامساً : دراسات ميدانية عن مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية فى مراكز البحث العلمى المصرية .

الفصل الخامس

التخلص من مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية

أولاً : مقدمـــة

من الحقائق الثابتة أن زيادة الإنتاج الزراعى منذ عام ١٩٢٠ — وحتى الآن ترجع للنجاح الكبير فى مكافحة الآفات ، خاصة باستخدام المبيدات ، وكلما زاد التخصص والاختيارية فى المبيدات المستخدمة ، زاد الإنتاج وقلت المشاكل . وفى الوقت الحالى نلمس مدى التحسن فى جودة المحاصيل وانعكاس ذلك على صحة الإنسان . وعلى الجانب الآخر يزداد عدد الأفراد الذين يعانون من خطر المبيدات ، ومن ثم زادت القيود على نوعية وضرورة ووسائل استخدام المبيدات . وأصبحت مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية تثير الرعب بين الإنسان فى كل مكان ، نظراً لاعتماد كثير من الأفراد على الطعام المجهز فى الوجبات اليومية . وتتعرض معظم الخضروات والفواكه عند التصنيع للعديد من العمليات المختلفة خلال التجهيز والحفظ . وهذه العمليات ضرورية لضمان النظافة ، وتقليل الفاقد ، وجعل المواد الخام أكثر قبولاً . وهذه الخطوات قد تؤدى إلى تقليل أو إزالة مخلفات المبيدات إذا وجدت .

ولقد تناول العديد من البحاث مشكلة مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية وضررها على صحة الإنسان . ولقد أشار Metcalf عام ١٩٦٥ إلى أنه منذ عام ١٩٤٧ لم تسجل حالات مرضية من جراء استخدام الكيميائيات الزراعية بالطريقة المناسبة ، وأعلن Wessel عام ١٩٧١ أنه لاخظ منذ ١٩٦٤ وحتى ١٩٦٩ أن هيئة الغذاء والدواء FDA حللت ٩٥٧٣٦ عينة غذائية ، ولقد تم الكشف عن وجود مخلفات مبيدات فى نصف عدد العينات ، ولكنها ولحسن الحظ كانت موجودة بمستويات منخفضة جدا ، وغالباً أقل من الحد المسموح به .

وتمثل المبيدات الحشرية المشكلة الرئيسية للمخلفات فى المواد الغذائية ، بالمقارنة بالأنواع الأخرى ، حيث أشار Wessel عام ١٩٧١ إلى أن حوالى ٨٩٫٤٪ من مخلفات المبيدات فى الغذاء خلال

١٩٦٧ ـــ ١٩٦٩ كانت من المبيدات الحشرية ، و٢ر٦٪ من المبيدات الفطرية ، و٤ر٤٪ من مبيدات الحشائش . وتمثل المركبات الكلورينية ٨٥٪ من مخلفات المبيدات الحشرية .

وتتعرض معظم المواد الغذائية عند التصنيع لعدد من العمليات يتوقف على نوع الغذاء والصورة النهائية له . والعمليات التى تؤثر بدرجة كبيرة على مخلفات المبيدات تمثل الغسيل والسلق والتقشير (إذا وجدت) والبسترة . وقد يؤدى تعريض المادة الخام لعمليات إزالة المواد الضارة منها إلى تقليل مخلفات المبيدات . وكلما زادت مساحة السطح زادت كمية المخلفات ؛ مما يصعب التخلص منها . وتتوقف كفاءة أى طريقة فى إزالة مخلفات المبيدات على العديد من العوامل ، خاصة نوع المادة الغذائية ، لأنها تحدد نوع الطريقة التى يجب اتباعها فى هذا الخصوص ، وتأتى بعد ذلك العوامل المتعلقة بالمبيد ، مثل : الصفات الكيميائية ، والصورة المستخدمة ، وطريقة ومعدل الاستخدام . وفى النهاية لابد أن يؤخذ فى الاعتبار التداخل بين المبيد والمادة الغذائية ، خاصة فيما يتعلق بطول فترة التلامس بينهما .

ومن الجدير بالذكر أنه قبل استخدام معظم المبيدات الحديثة كانت مشكلة المخلفات فى المواد الغذائية تشمل مخلفات الزئبق والزرنيخ ، ولم يلق الزئبق الاهتمام الكافى ، نظراً لاستخداماته القليلة (معاملة تربة أو بذور) ، ولم ينظر لمخلفاته فى المحاصيل عند الحصاد بعين الاعتبار . والعكس صحيح مع الزرنيخ . ولقد سجلت أول حادثة تسمم زرنيخى فى إنجلترا من جراء تناول البيرة المجهزة من مواد ملوثة ، وبناء على هذه الحادثة ساد الاقتناع بأن استخدام زرنيخات الرصاص فى مكافحة الحشرات ، خاصة على الخضروات الورقية والفواكه تترك مخلفات ذات مستوى عال فى الأجزاء التى تؤكل طازجة ، ومن ثم حددت الحدود المأمونة لمخلفات مبيدات الآفات فى المواد الغذائية ، وتم وضع الاصطلاح الحد المسموح به Tolerance level بناء على نتائج الدراسات التوكسيكولوجية ، وهو يعبر عن أقصى مستوى يسمح بوجوده من المبيد مجال الدراسة فى الغذاء ، دون أن يسبب أية أضرار عند التغذية على المواد الملوثة .

وبتطور استخدام المبيدات الكلورينية العضوية على نطاق واسع فى الزراعة تأكدت أهمية معرفة مخلفاتها فى الغذاء ، مما دعا إلى ضرورة إجراء دراسة المخلفات والسمية قبل السماح بتسجيل المركب الجديد . وتم وضع القوانين التشريعية لذلك ابتداء من عام ١٩٥٤ فى أمريكا . ومن أهم مايتضمنه هذا القانون نقطتان : الأولى تتمثل فى ضرورة تحديد الحد الأقصى من المخلفات الذى يوجد فى المادة الزراعية ، خاصة عند استخدام المبيد بتركيز وطريقة فعالة فى مكافحة الآفة . والحد المسموح به من المخلفات فى هذه الحالة يجب ألا يتعدى هذا المستوى ، لأنه من غير المستحب وجود مخلفات على الإطلاق فى المواد الغذائية ، ولذلك تم وضع الحد « صفر » Zero tolerance ، وهذا يعنى عدم وجود مخلفات فى المواد التى عوملت لمكافحة الحشرات التى تصيبها . وإذا تأكد وجود مخلفات يؤخذ الاعتبار الثانى ، وهو يتمثل فى ضرورة التأكد ، وإثبات أن المخلفات الموجودة قليلة للغاية (أقل ١٠٠ مرة أو مضاعفاتها) عن أقل جرعة تحدث تأثيرات ضارة على حيوانات التجارب . وفى أمريكا لايسمح باستخدام أى مبيد ثبت إحداثه للسرطان على المحاصيل التى تدخل فى غذاء الإنسان .

مصادر مخلفات المبيدات فى الغذاء

هناك مصدران أساسيان لتلوث المواد الغذائية بالمبيدات : الأول وهو الناتج من الاستخدام المباشر للمبيدات ، والذى يستتبع بعمليات الانهيار الكيميائى والبيولوجى ، وبمعدلات تتوقف على طبيعة المبيد والسطح النباتى أو التربة إذا أضيف المبيد إليها . والعديد من المركبات يحدث لها اختفاء سريع خلال الساعات القليلة الأولى ، أو بعد أيام قليلة من المعاملة ، ويلى ذلك فقد بطئ وتدريجى بمرور الوقت ... كما فى جدول (٥ - ١) ، والمأخوذ من بحث غير منشور للباحثين McEwen and Frank استخدم فيه أربعة مبيدات مختلفة أضيفت للكرنب الصينى بعد فترات مختلفة من المعاملة .

جدول (٥ - ١) : علاقة مخلفات المبيدات فى الكرنب بالوقت ما بعد المعاملة .

نوع المبيد الحشرى	معدل الاستخدام رطل / الفدان	وقت المعاملة قبل الحصاد (أيام)	مستوى المخلفات عند الحصاد (جزء فى المليون)
الباراثيون	١ر٠	صفر	١٢ر١
		٣	١ر٨٣
		٧	٠ر٢٧
		١٤	٠ر٠٦٢
		٢١	٠ر٠٠٥
الديازينون	١ر٠	صفر	١٣ر٣
		٣	١ر٢٣
		٧	٠ر١٥٣
		١٤	٠ر٠٤٩
		٢١	٠ر٠١١
الميثاميدوفوس	١ر٠	صفر	٥٩ر٧
		٣	٨ر٥٣
		٧	١ر٢١
		١٤	١ر٩٠
		٢١	٠ر٥٤
الإندوسلفان	١ر٠	صفر	٢٥ر٢
		٣	٨ر٧١
		٧	٤ر١٨
		١٤	٣ر١٧
		٢١	٠ر٦٧

ويلاحظ من هذه النتائج الاختلاف بين معدلات انهيار واختفاء مخلفات المبيدات المستخدمة ، ونقص معدلات الفقد بعد اليوم الثالث من المعاملة . كما اتضح أن المخلفات الموجودة ليس من الضرورى أن تكون عند صورة المركبات الأصلية . وبعض المبيدات تمثل إلى نواتج ثابتة ، وربما أكثر ثباتاً من المركب الأصلى نفسه ، كما فى الإندوسلفان الذى يتحول إلى كبريتات الإندوسلفان . ولابد من مراعاة ذلك عند تحديد الحد المسموح بتناوله يوميًّا . والمصدر الآخر يتمثل فى التلوث العرضى للغذاء بالمبيدات التى تستخدم على أهداف أخرى .

الخطوات التى تتضمنها عمليات التجهيز

معظم المواد التى تجهز تعرض لعدد من الخطوات والعمليات يختلف تبعاً لنوع المادة وطبيعة الناتج النهائى . ولقد ثبت أن العمليات المتخصصة التى تؤثر على مخلفات المبيدات تتضمن الفرز (التفتيش) ، والغسيل ، والتبييض ، والتقشير إذا لزم الأمر ، والبسترة . وليكن معلوماً أن التفتيش على المواد الخام مع استمرار التخلص من الأجزاء التالفة يقلل من تواجد مخلفات المبيدات ، كما أن وجود الاعوجاجات والثنيات يزيد من مساحة السطح ، ومن ثم يزيد من كمية مخلفات المبيدات السطحية ، علاوة على أن وجود هذه الاعوجاجات يزيد من صعوبة التخلص وإزالة المخلفات . وتوجد العديد من العمليات التى تتحكم فى إزالة بقايا المبيدات . وتعتبر نوعية وصفات المادة تحت التجهيز من أهم العوامل المحددة للعملية المناسبة ، وهناك اعتبارات أخرى تتعلق بالمبيد ، مثل الصفات الكيميائية ، والصورة المستخدمة ، وطريقة ومعدل الاستخدام . وفى النهاية لابد أن تؤخذ فى الأعتبار — وبصورة مستمرة — العلاقة بين المبيد والمادة المعاملة ، خاصة فيما يتعلق بالفترة التى يستمر المبيد عليها .

ثانياً : تأثير عمليات التجهيز على مخلفات المبيدات

تشير المراجع أنه حتى عام ١٩٤٧ لم ينشر إلا القليل جدا عن تأثير عمليات التحضير والتجهيز على إزالة مخلفات المبيدات . ويعتبر الباحث Tressler عام ١٩٤٧ أول من أشار إلى حدوث انهيار وتكسير للـد .د .ت . عندما أجريت عمليات التجهيز للمواد الغذائية المحتوية عليه ، وقبل هذا التاريخ كانت هناك توصية بضرورة غسل التفاح فى محلول مخفف من حامض الأيدروكلوريك لإزالة مخلفات الزرنيخ وغيرها من المواد غير العضوية (Smith وآخرون عام ١٩٣٤) . وبعد ذلك توالت الدراسات عن دور التجهيز فى التخلص من المخلفات ، والتى يمكن الإشارة إليها — وباختصار شديد فيما يلى :

١ — عملية الغسيل Washing

يعتبر الغسيل والشطف أحد العمليات الشائعة عند تجهيز جميع الفواكه والخضروات . وحديثاً .. وضعت معايير طبيعية وكيميائية مختلفة لهذه العملية . وعلى سبيل المثال .. فإنه فى حالة التصنيع هناك اتفاق تام على ضرورة عملية الغسيل ، وتترك طرق الغسيل لاختيار الجهة القائمة بالتجهيز . ولقد

حددت المراكز العلمية والبحثية فى الولايات المتحدة الأمريكية عامى ١٩٥٩ ، ١٩٦٠ أسس المعايير الطبيعية فى فترة النقع ، ودرجة حرارة النقع ، والتقليب خلال النقع ، ودوران المواد المختلفة تحت محلول الغسيل (الرش) ، وعدد ونوع البشابير ، وضغط سائل الرش وحجمه . ومن الجدول (٥ - ٢) يتضح دور نوع المواد تحت التجهيز فى تحديد الوسائل الطبيعية للغسيل ، والتى يجب ضبطها لتحقيق إزالة كاملة للطين ومخلفات وبقايا أية مواد أخرى . وهناك بعض المواد التى تحتاج للغسيل المتكرر عدة مرات .

جدول (٥ - ٢) : المعايير الطبيعية الموصى بها لغسل الذرة السكرية* والطماطم**

المعايير الطبيعية	الذرة السكرية	الطماطم
طول مدة النقع	٣ دقائق	٣ دقائق
درجة حرارة النقع	١٠٠° فهرنهيت	١٣٠° فهرنهيت
التقليب	شديد	شديد
الدوران تحت الرش	٣ لفات	لفتان
عدد البشابير	واحد لكل قدم مربع	واحد لكل قدم مربع
نوعية البشابير	فالكون والسكين	فالكون
ضغط الغسيل	١٥٠ ضغط جوى	١٥٠ ضغط جوى

* مأخوذ عن Geisman & Gould (١٩٦٣) .
** مأخوذ عن Gould et al. (١٩٥٩) .

وتتضمن المعايير الكيميائية للغسيل نوع وتركيز المادة المبللة Wetting agents ، وكذلك تركيز الكلورين . ونوعية المادة المبللة أكثر أهمية ، نظراً لصفاتها الرغوية ، حيث تتناسب كمية الرغاوى تناسباً عكسيًّا مع كفاءة التنظيف ، كما ثبت من الدراسات التى أجراها Geisman & Gould عام ١٩٧٠ عند تقييم كفاءة ثلاثة منظفات (مواد ناشرة) تختلف فى درجة الرغوية ، واستخلص الباحثان أنه لاينصح باستخدام الناشرات العالية أو المتوسطة الرغوية فى غسيل الفواكه والخضروات . وأسباب هذه التوصية تتمثل فى أن الغطاء الرغوى يتداخل مع عملية التنظيف والشطف للدرجة التى تعتبر بقايا المواد الناشرة كملوثات للمنتج النهائى ، كما أن فقد المادة الناشرة من جراء انسياب الرغاوى من أوانى الغسيل تضيف عبئاً اقتصاديا وتكلفة عالية . ولقد تراوحت نسب النقص فى كفاءة مادة الغسيل بمواد ناشرة ذات صفات رغوية مختلفة من ٤٥٪ (عالية الرغوة) ، و٣٨٪ (متوسطة) بينما كانت ٤٪ فقط فى حالة المواد القليلة الرغوية .

ولقد أشار Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ إلى أن عملية الغسيل الاقتصادى نجحت فى إزالة ١٧٪ فقط من مخلفات ال .د .د.ت ، و ٦ر٦٪ من مخلفات الكارباريل من على نباتات الإسفاناخ المعاملة ، بينما لم تنجح فى إزالة أية كمية من الباراثيون ، بينما تزيل عملية الغسيل غير العادية (القصوى) ٤٥٪ من مخلفات ال .د .د.ت ، و٨٧٪ من مخلفات الكارباريل ، و٩٪ فقط من مخلفات الباراثيون . ولقد ثبت أن زيادة كمية المادة الناشرة تزيد من الكمية المزالة من المبيدات .

ولقد أشار Geisman & Deppin عام ١٩٦٧ أنه يمكن إزالة جميع مخلفات الـ د .د .ت كلية من على أوراق الإسفاناخ بالغسيل إذا تم جمع المحصول خلال يوم واحد من المعاملة . ولقد وجدا أنه كلما طالت فترة بعد المعاملة زادت صعوبة التخلص من المخلفات بالغسيل ، خاصة لو كان المبيد عالى الثبات ، كما فى الجدول (٥ ــ ٣) ، حيث تقل كفاءة الغسيل كلما طالت فترة مابعد المعاملة بالمبيد .

جدول (٥ ــ٣) : نقص كفاءة الغسيل فى إزالة الـ د .د .ت . من على الطماطم*

الفترة بعد المعاملة	متوسط النقص فى كفاءة الغسيل ٪
يوم واحد	٦٢ر٠
٣ أيام	٧٩ر٥
٧ أيام	٧٨ر٠
١٤ يوماً	٧٧ر٥
٢١ يوماً	٨٥ر٠
٢٨ يوماً	٩٢ر٥
٣٤ يوماً	٩٤ر٠

* مأخوذ من Geisman and Gould عام ١٩٧٠

ولقد وجد الباحثان أن المبيدات الأقل ثباتاً ، مثل الديلدرين ، يمكن إزالة مخلفاتها بالغسيل ، بصرف النظر عن الفترة بين المعاملة وإجراء عملية الغسيل . ولقد حصل الباحثان Yao & Geisman عام ١٩٧٢ على نفس النتيجة مع مركب الملاثيون . ولقد حدث نفس الشىء مع مركبات IPC و CIPC من على الطماطم والتفاح ، كما تمت إزالة مخلفات الكابتان تماماً من على الفراولة والطماطم والتفاح بغسلها فى تيار ماء جار . ولقد حدث تطور فى عملية الغسيل كما أشار Krochta وآخرون عام ١٩٧٣ ، ومثال ذلك .. توليد الرغوة واستخدام وسائل المسح الميكانيكى للتخلص من الطين الموجود على الطماطم .

٢ ــ عملية السلق (التبييض) Blanching operation

وهى عبارة عن معاملة حرارية ، أى التسخين فى درجة حرارة متوسطة ، أو الطهى الجزئى . وعادة تستخدم مع الخضروات وهى تجرى فى البخار أو فى الماء الساخن ، وقد يصاحبها غسيل جزئى للمركب . ولقد وجد Elkins وآخرون عام ١٩٦٨ أن السلق فى الماء يزيل ٥٠٪ من مخلفات الـ د .د .ت ، و٦٨ ــ ٧٣٪ من مخلفات الكارباريل من على الفول الأخضر ، بينما كان السلق بالبخار غير ذى قيمة فى إزالة مخلفات هذه المبيدات . ولقد تمكن Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ من إزالة ٣٨ ــ ٦٠٪ (د .د .ت) ، و٤٩ ــ ٧١٪ (باراثيون) ، و٩٦ ــ ٩٧٪ (كارباريل) من على الإسفاناخ عن طريق السلق فى الماء ، بينما السلق بالبخار لم يزل أو زال قليلاً من المخلفات . ووجد باحثون آخرون أن السلق بالبخار فى حالة الإسفاناخ لم يزل أكثر من ٢ ــ ٣٪ من مخلفات الملاثيون . ولقد أشار Farrow وآخرون عام ١٩٦٩ إلى أنه يمكن زيادة كفاءة العملية إذا أتبعت السلق عملية غسيل أخرى ، كما فى الجدول (٥ ــ ٤) .

جدول (٥ ــ ٤) : أثر عمليات السلق والغسيل فى إزالة مخلفات المبيدات .

نوع المخلفات	نسبة الإزالة (٪)	
	السلق	الغسيل+ السلق
د .د .ت	٦٨	٦٠
كارباريل	٨٤	٩٧
باراثيون	٦١	٧١

ولقد حدث تطور مذهل فى عملية السلق ، مثل السلق السريع ، والسلق بالموجات الدقيقة ، والسلق بالهواء الساخن . وللأسف الشديد لم يدرس حتى الآن أثر هذه الطرق على التخلص من المخلفات الخاصة بمبيدات الآفات .

٣ ــ التقشير أو التهذيب Peeling or trimming operations

يفيد التقشير فى التخلص من الملوثات السطحية . والعيب الوحيد يتمثل فى أن هذه العملية لاتجرى مع جميع المواد . والتقشير قد يجرى باليد باستخدام السكين المضممة خصيصاً لهذه العملية . ولكل مادة نوع خاص بها ، وقد يجرى ميكانيكيا بسكين دائرى . ولقد درس Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ أثر التقشير الكيميائى واليدوى على مخلفات الـ د .د .ت الموجودة على البطاطس ، ووجدوا أن التقشير الكيميائى أزال ٧٤٪ فقط من المخلفات ، بينما وصلت النسبة لأكثر من ٩١٪ فى اليدوى . ولقد تأكد الباحث Farrow وزملاؤه عام ١٩٦٨ من كفاءة عملية تقشير

الطماطم فى التخليص من بعض مخلفات الـ د .د .ت ، والملاثيون ، والكارباريل . ومن أحسن طرق التقشير مايعتمد على استخدام الصودا الجافة . ولم يدرس حتى الآن أثر هذه العملية على التخلص من مخلفات المبيدات .

٤ ــ عملية التسخين والتجهيز المنزلى Heat processing and home preparation

يمكن إجراء عملية تسخين المواد الغذائية بهدف التعقيم (البسترة) أو الحفظ بأساليب متعددة . وهناك العديد من الأجهزة المستخدمة لهذا الغرض . والتفاعل الذى يلفت النظر هو إمكانية ودرجة هدم مخلفات المبيدات بالتسخين ، ولو أن هذا التفاعل قد يحدث فى عمليات التجفيف وإزالة الماء التى تجرى فى وحدات مختلفة تماماً ، ولكن فى وجود التسخين . ويمكن حدوث نفس التفاعل أثناء الطهى فى المنازل ، فلقد أشار Carter وزملاؤه عام ١٩٤٨ إلى التأثير البسيط لعملية الطهو على إزالة مخلفات مبيد الد . د . ت ، بينما أشار Farrow ومعاونوه عام ١٩٦٦ إلى تحول ال د . د . ت إلى مشتق TDE خلال تجهيز الإسفاناج للتعليب وأثناء التخزين يحدث تحلل للـ TDE . ولقد أشار بعض الباحثين إلى أن عملية التجهيز والحفظ لثمار الطماطم والتفاح والبلح تزيل ٥٠٪ من مخلفات مبيدات IPC و CIPC . ووجد آخرون أن عملية التعليب وتجهيز العصائر تزيل كل مخلفات ال د . د . ت والملاثيون والكارباريل . ومن حسن الحظ أن التجهيز التجارى يزيل ٩٤٪ من مخلفات الملاثيون ، بينما عملية الطهو المنزلى لا تترك إلا آثاراً بسيطة . ويبدو أن مخلفات الكارباريل لاتتأثر بالتسخين ، فقد وجد Farrow وآخرون عام ١٩٦٨ أن الغسيل والطهو المنزلى يزيلان ٥٥٪ فقط من مخلفات الكارباريل من على الكرنب الأفرنجى . ولقد أشار Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ أن مخلفات الـد .د .ت تتحول إلى مركبات أخرى بعد التجهيز ، بينما لم تتغير مخلفات الباراثيون والكارباريل على الإسفاناخ . ولقد توصل الباحثان Yao & Geisman عام ١٩٧٢ إلى أن غلى وطهى الإسفاناخ فى الماء لمدة ٦ ــ ٧ دقائق سببا تحللاً كاملاً لمخلفات الملاثيون ، أما التجميد ، فلم يسبب أى نقص فى المخلفات . ولقد أشار Lichtenstein وآخرون عام ١٩٦٥ إلى أن غليان الجزر لمدة ٣٠ دقيقة أزال الهبتاكلور وليس الألدرين . ولقد تمكن Geisman عام ١٩٧٢ من تحطيم مخلفات الداكسال من عصير الطماطم بالبسترة على درجة حرارة ٢٥٢° فهرنهيت لمدة ٠,٧ ثانية .

ثالثاً : العلاقة بين تقليل أو إزالة المخلفات خلال التجهيز بسلوك المبيد والطريقة المستخدمة .

١ ــ سلوك ومآل مبيدات الآفات Fate of pesticides

لقد أتضح أن مآل المبيد يعتمد أساساً على طريقة التطبيق ، فلو أضيف المبيد للتربة مثلاً ، فإن الطريق الطبيعى لوصوله للنبات يكون من خلال المجموع الجذرى (الامتصاص) ، ثم يحدث له الانتقال خلال الأجزاء النباتية الأخرى إن أمكن . وفى هذه الحالة ، فإن أية عملية تؤثر على السطح الخارجى للجزء النباتى ، مثل الغسيل أو الشطف من المحتمل أن تسبب قليلاً من إزالة المخلفات . ومن

سوء الحظ أن معظم المبيدات التى تضاف للتربة تنتقل خلال الأنسجة النباتية ، ومن ثم لايوجد بديل للمعاملة الحرارية لتقليل المخلفات :

وفى حالة رش المجموع الخضرى لابد أن تؤخذ فى الاعتبار ثلاثة عوامل ، الأول يختص بطبيعة الجزء الذى يؤكل . ومن الطبيعى أن أعلى كمية من المخلفات توجد على الأوراق ، بينما الكمية التى توجد على الثمار وإن كانت أقل ، لكنها تعتمد على كثافة المجموع الخضرى ، وطبيعة سطح الثمار (وجود قشرة شمعية أو الزغب) . وسيقان النباتات المرشوشة تكون فى وضع مماثل للثمار ، أما الأجزاء السفلى من النباتات ، فغالباً تكون خالية من مخلفات المبيدات . والعامل الثانى يتمثل فى أن درجة ثبات المبيد تؤثر على وجود المخلفات ، والثبات يرتبط بظاهرتى الادمصاص والامتصاص ، فالمادة التى تتشتت ولها نصف فترة حياة قصيرة غالباً يحدث لها ادمصاص على سطح النبات المعامل ، ومن ثم تتعرض للانهيار الطبيعى والكيميائى السريع بفعل العوامل البيئية المختلفة . وتحدث هذه الظاهرات للمبيدات الثابتة ، ولكن سرعان مايحدث لها امتصاص داخل الأنسجة النباتية ، ومن ثم تقصر نصف فترة حياتها الطويلة أصلاً ، وهذا يرجع إلى عمليات التمثيل والتخفيف الناجم عن اضطراد نمو النبات . والعامل الثالث يتمثل فى معدل الاستخدام . والعلاقة هنا مباشرة مع تواجد المخلفات . وتبدو أهمية هذا العامل بدرجة كبيرة عند الاستخدام الخاطئ للمبيد (عند تداخل الرشات)

وخلاصة القول إن كمية المخلفات على المحاصيل الغذائية تتوقف على جميع العوامل السابقة وغيرها ، خاصة طبيعة السطح المعامل ، والفترة التى تمر بعد المعاملة حتى الاستهلاك ، مع افتراض استخدام المبيد بالطريقة والتركيز المناسبين .

٢ ــ الإزالة بالغسيل **Removal by washing**

الغسيل من أهم العمليات التى يلجأ إليها القائم بالتجهيز لتقليل أو إزالة مخلفات المبيدات . ولقد أثبتت الدراسات أنه إذا كانت مخلفات المبيدات مدمصة على السطح النباتى ، فإن احتمالات تقليل المخلفات بالغسيل تكون عالية ، ولكن لو امتص المركب داخل الأنسجة النباتية يصبح من الضرورى استخدام عمليات أخرى لإزالته . ومن المؤكد أن مخلفات المبيد تستقر وتتصلب بمرور الوقت . ومن الناحية التطبيقية .. كلما استخدم المبيد بالقرب من الحصاد ، أو بتركيز عال جدًا ، فإن القائم بعملية التجهيز تكون عنده الوسائل الكفيلة بإزالة المخلفات . ومن الثابت أنه يمكن إزالة أكبر كمية من المبيد بالغسيل لو أجريت العملية خلال يوم واحد من المعاملة .

٣ ــ الإزالة بالتسخين **Removal by heating**

معظم المبيدات الثابتة ضد الحرارة يحدث لها انهيار فعلى بالتسخين فى وجود المواد الغذائية . ومن الثابت أن معظم عمليات التجهيز تحتوى فى إحدى مراحلها على التسخين . والتجهيز المنزلى والطهو يساعدان فى تقليل وإزالة المخلفات .

رابعاً : ثبات المبيدات تحت التبريد والتخزين Pesticide stability in cold storage

الذى دعا المؤلفين لتناول هذا الموضوع هو التوسع الحالى فى إنشاء الثلاجات الكبيرة وتخزين السلع الغذائية على اختلاف أنواعها النباتية والحيوانية فى معظم قرى ومدن مصر . وحيث إن المؤكد تبعاً للدراسات الخاصة بالمخلفات وجود تلوث مؤكد بالمبيدات على هذه المواد نتيجة لعدم الالتزام بإجراء الجمع والحصاد بعد الفترة المحددة لزوال المخلفات . وتشير البحوث إلى ثبات المبيدات الحشرية الكلورينية على وفى المحاصيل المخزنة تحت ظروف التبريد ، ولو أن هذه الدراسات أجريت خلال فترات قصيرة . ولقد ثبت أنه من بين ١٢ مبيداً فوسفورياً كانت ٦ منها ثابتة تحت هذه الظروف ، ولمدد متفاوتة ، وفى درجات حرارة مختلفة ، وهى : البيدرين ، والكلورفينفوس ، والديوكسائيون ، والميفينفوس ، والشرادان ، والتتراكلورفوس ، وكانت مخلفات الملاثيون غير ثابتة على أو فى المحاصيل المخزنة . ولقد ثبت تأثر ثبات مركبات الديازينون ، والدايمثوات ، والباراثيون ، والكارباريل بنوع المواد الموجودة فيها . أما ثبات الميثوميل ، فيتوقف على درجة حرارة التخزين ، حيث يظل ثابتاً تحت ظروف التجميد ، بينما ينهار بسرعة إذا زادت درجة الحرارة .

ولقد ثبت أنه من بين المبيدات الأكاروسية التى اختبرت كانت مركبات الأراميت ، والأثيون ، والتراديفون أكثر ثباتاً ، بينما كان الديكوفول ، والموريستان ، والأوميت غير ثابتة . والمبيد الفطرى كابتان ينهار بسرعة حتى على درجة ــ ١٨°م ، بينما كانت مركبات المانيب ، والزينيب ثابتة على درجة ــ ١٥°م ، وحدث لها فقد جزئى على درجة ٥°م . ولقد اختلفت درجة ثبات مبيدات الحشائش تبعاً للتركيب الكيميائى لكل منها ، ونوع المواد الموجودة فيها ، ودرجة حرارة التخزين .

والنتائج الموضحة أعلاه تعتبر علامة تحذير للزملاء المشتغلين فى تقدير مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية ، وكذلك وكالات التفتيش ، حيث يعتقدون أن حفظ العينات المحتوية على مخلفات المبيدات أو المستخلصات فى المذيبات العضوية غير قابلة للانهيار وفقد أو نقص كميات المبيدات . والطريقة المثلى لهذه الدراسات هى تحليل العينات الحقلية بعد التخزين لفترات مختلفة تحت درجات حرارة مختلفة . ولابد من إجراء التحليل على عينات قياسية .

وجدول (٥ – ٥) : يوضح مايحدث من فقد فى مخلفات المبيدات الموجودة فى المواد الغذائية النباتية ومنتجات الألبان التى خزنت لفترات متفاوتة وتحت درجات حرارة مختلفة بغرض تأكيد ماسبق قوله .

جدول (٥ ــ ٥) : ثبات بعض مبيدات الآفات على وفى المواد الغذائية المخزنة فى الظروف الباردة .

نوع المبيد	المادة الغذائية الموجود بها المبيد	درجة حرارة التخزين (°م)	فترة التخزين	نسبة الفقد (٪)
د.د.ت	الطماطم	١٢٫٧	أسبوع واحد	لا فقد
	البطاطس	٧	٦ أسابيع	لا فقد
	الفول الأخضر	٧	١٦ يوماً	لا فقد
	الإسفاناخ	٧	١٥ يوماً	لا فقد
	الزبد	ــ ٢٦	٤ أشهر	لا فقد
	الآيس كريم	ــ ٢٦	٤ أشهر	لا فقد
	الجبن السويسرى	٥٫٥ (٨أسابيع) ٧ (٨ أسابيع)	١٦ أسبوعاً	لا فقد
الدايثوات	البرتقال*	٤	٤ أشهر	١ ــ ٢٢
	الكرنب *	٤	٢٨ شهراً	لا فقد
	القنبيط*	٤	٢٣ شهراً	لا فقد
الملاثيون	الإسفاناخ	ــ ١٠ ، ــ ١٥	٦ أشهر	لا فقد
	التفاح	ــ ١٨	٨ أشهر	٤٠
	البلح	ــ ١٨	شهر واحد	٤٧
الكارباريل	الليمون*	١٠	٨ أشهر	لا فقد
	الطماطم	١٢٫٧	أسبوع	لا فقد
	الفول الأخضر	٧	١١ يوماً	٢٠
اللانيت	الذرة *	٤	٣ أشهر	٨٥٪
	الخس *	٤	شهر واحد	٢٥
	علف الذرة *	ــ ١٥	٤ أشهر	لا فقد
	الطماطم	ــ ٣٦	٤ أشهر	لا فقد
الديكوفول	البرتقال *	٤	١٧ شهراً	٩٦

* العينات المخزنة فى صورة مستخلصات فى المذيبات العضوية

ويجب التنويه إلى أهمية إضافة المواد المجففة إلى المستخلصات النباتية أو غيرها ، والموجود بها مخلفات من المبيدات ، حتى نتفادى حدوث التحلل المائى ، خاصة مع المبيدات الفوسفورية نتيجة لوجود الماء . وتعتبر كبريتات الصوديوم اللامائية من أكثر المواد شيوعاً فى هذا الخصوص . ويجب الحذر من وجود مواد تتداخل مع تقدير مخلفات المبيدات ، مثل : مشتقات البلاستيك ، والراتنجات وغيرها .

خامساً : دراسات ميدانية عن مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية فى مراكز البحث العلمى المصرية

١ ــ الحبوب المخزونة

أجريت هذه الدراسة عام ١٩٨٠ بكلية الزراعة ــ جامعة عين شمس . ولقد استهدفت الدراسة معرفة مدى ثبات وتدهور مبيدين فوسفوريين هما : الملاثيون ، والدورسبان على حبوب القمح والفول تحت ظروف تجريبية مختلفة تلازم عادة ظروف تخزين الحبوب فى مصر . ولقد تناولت الدراسة العوامل التى تحدث تدهوراً لمخلفات المبيدات خارج وداخل الحبوب المعاملة والمخزونة . ولقد ثبت تأثر معدل التدهور بدرجة معنوية تبعاً لنوع المبيد ، والتركيز المستخدم ، والصورة المستخدمة ، وفترة التخزين ، وكان الدورسبان أكثر ثباتاً من الملاثيون فى هذا الخصوص . كما اتضح حدوث تدهور سريع فى المخلفات خلال الأيام الثلاثة الأولى من المعاملة . وفى نهاية التجربة (٥ أشهر) وجدت الحبوب محتوية على كميات تتراوح بين ٣ ــ ٤ أجزاء فى المليون من المبيدات المستخدمة . ولقد وجد ارتباط سالب بين درجة حرارة التخزين وثبات المبيدات ، وعلى العكس .. زاد الثبات بزيادة التركيز المستخدم .

ومن الأمور الخطيرة حدوث تغلغل للمخلفات إلى داخل الحبوب المعاملة ، وتزداد كميتها بزيادة فترة التخزين .. وجدول (٥ــ٦) يوضح معدل ثبات المبيدات فى الحبوب المخزونة تحت ظروف الدراسة :

ولقد حدث أعلى تغلغل للمبيدات بعد ٣ ــ ٤ أسابيع من المعاملة ، وبدأ حدوث الانهيار بعد ٣ ، ٨ ، ٤ أسابيع مع التركيزات الصغيرة والمتوسطة والعالية على التوالى . ومع درجة الحرارة العالية أثناء التخزين (٣٥°م) كان معدل التغلغل عالياً ، ثم حدث انخفاض فى كمية المبيدات داخل الحبوب ، وفى نهاية التجربة (١٥٠ يوم من المعاملة) أصبح القمح الذى عومل بالتركيز الأصغر والأوسط خالياً تماماً من مخلفات الدورسبان . وبالرغم من تأكيد طرق التقدير الكيميائى لمخلفات المبيدين المستخدمين فى الدراسة على خلو الحبوب من آثار المبيدات ، فإن التقييم الحيوى أثبت وجود مواد سامة على سطح أو داخل الحبوب ، حيث ماتت الحشرات التى تغذت عليها وبنسبة عالية ، مما دعا إلى التفكير فى الخطوة التالية من الدراسة ، وهى البحث عن تمثيل وتحول المبيدات إلى نواتج تمثيلية قد تكون أكثر ثباتاً وسمية على الحشرات ، وهذه قد لاتقدر كيميائيا بنفس طريقة الكشف عن المركبات الأصلية .

جدول (٥ - ٦) : معدل ثبات مبيدى الملاثيون والدورسبان فى الحبوب تحت ظروف التخزين .

نوع الحبوب	التركيز المستخدم	نصف فترة الحياة (يوم)			
		ملاثيون		دورسبان	
		١٥°م	٣٥°م	١٥°م	٣٥°م
الفول البلدى	الأصغر (١)	٣٤	١٦	٣٦	٢٧
	خمسة أمثال الأول	٣٦	٢٥	٤٥	٤٠
	عشرة أمثال الأول	٤٠	٢٧	٥٤	٥٤
القمح	الأصغر (١)	٢٨	٢٣	٢٦	٢١
	خمسة أمثال الأول	٣٩	٢٤	٣٥	٣٠
	عشرة أمثال الأول	٤٠	٢٥	٣٦	٣٤

ولقد اتضح من الفصل الكروماتوجرافى وجود مركب الملاثيون على السطح وداخل الحبوب بعد المعاملة مباشرة ، وفى مختلف فترات التخزين ، وعلى درجة الحرارة المنخفضة ، واستمر وجود الملاثيون لمدة شهرين ، ثم اختفى بعد ذلك ، وحدث الاختفاء بعد ٢١ يوماً بالنسبة للمخلفات داخل الحبوب . ولقد ظهر الناتج التأكسدى المعروف بالمالأوكسون على السطح وفى الداخل حتى نهاية التجربة ، وظهر مشتقان آخران لم يحدد تركيبهما الكيميائى ، نظراً لعدم توافر نواتج التمثيل القياسية فى ذلك الوقت . ولقد اختلفت الصورة فى القمح ، حيث ظهرت نواتج أخرى وبتركيزات مختلفة بالنسبة للدورسبان استمر وجوده على السطح وداخل الحبوب المعاملة حتى ٣ ــ ٥ أشهر تبعاً للتركيزات المستخدمة ، وكذلك حرارة التخزين ، وظهر عدد كبير من نواتج تمثيل المركب أمكن تعريف بعضها ، والغالبية لم تعرف .

وخطورة نواتج التمثيل تتمثل فى كونها أكثر ذوباناً فى الماء ، ومن ثم قد تكون أكثر سمية للمستهلك ، علاوة على صعوبة التخلص من بعضها بعمليات التجهيز المختلفة للحبوب المحتوية عليها ، لذلك تناول الجزء الهام من الدراسة محاولات تجريبية للتخلص من المخلفات أو تقليل كمياتها لأقصى درجة ممكنة وبوسائل بسيطة يمكن إجراؤها فى المعامل البسيطة ، وحتى فى المنازل .

ومن أول الوسائل تعريض الحبوب للأشعة فوق البنفسجية لفترات حتى ١٢٠ دقيقة متواصلة . ولقد أثبتت النتائج حدوث انهيار ملموس وشديد فى مخلفات المبيدين ، سواء على صورة فيلم على الألواح الزجاجية أم على الحبوب المعاملة ، حيث تم تحديد وجود ٣٠ ــ ٥٧٪ من كمية المبيد المضافة فى نهاية فترة التعريض ، وبذلك تناقصت نصف فترة الحياة بدرجة كبيرة ، وتراوحت بين

١٠٥ ــ ١٠٦ دقيقة فى حالة الملاثيون ، وبين ١١٠ ــ ١١٨ دقيقة فى حالة الدورسبان ، وهذا بالمقارنة بالفترات الطويلة بدون التعرض للأشعة (١٦ ــ ٤٠ يوماً مع الملاثيون ، و٢٧ ــ ٥٤ يوماً مع الدورسبان) .

ولقد جرت محاولة لتخليص الحبوب من المخلفات عن طريق الغسيل بالماء لفترات مختلفة ، وتحت ضغوط هيدروليكية مختلفة . ولقد ثبت من الدراسة إمكانية تقليل كمية المبيدات من على سطح الحبوب بغسلها بالماء الجارى تحت ضغط (لمدة ١٥ دقيقة وضغط ٥ جوى) ، حيث تراوحت كمية المخلفات من ١١ ــ ١٣٪ من الكمية الأصلية المستخدمة من الملاثيون بينما تراوحت بين ١٠ ــ ١٥٪ من الكمية المضافة فى حالة الدورسبان . وعقب ذلك تم تعريض الحبوب الناتجة من الغسيل والضغط إلى أشعة الشمس . ولقد توصل الباحث إلى أن التعريض لمدة ٤ ساعات للشمس أعطى حبوباً خالية تماماً من مخلفات المبيدات ، بينما ظهرت كميات ضئيلة من المبيدات عند التعرض لأشعة الشمس لمدة ٣ ساعات بعد الغسيل .

وبعد ذلك أجريت محاولة للتخلص من المخلفات عن طريق نقع الحبوب المعاملة المخزونة فى محاليل مائية مختلفة من حيث درجات الحموضة ، مثل : ماء الحنفية العادى (٦٫٨) ، ثم الماء العسر (٧٫٥) ، ومحلول قاعدى (١٠) ، وآخر حامضى (٣) . وتم النقع لفترات تراوحت من ١٥ دقيقة حتى ٦٠ دقيقة (على المدى القصير) ، ثم ٣ ، ٦ ، ١٢ ساعة (على المدى الطويل) . ولقد أصبحت حبوب القمح خالية تماماً من الملاثيون بعد ٣٠ دقيقة من النقع ، وحدث نفس الشىء بعد ساعة من النقع فى المحلول الحامضى . ولقد أزيلت المخلفات السطحية تماماً بعد النقع فى الماء العادى لمدة ٣ ساعات ، أو بعد ٦ ساعات أو بعد ساعة فى المحاليل الحامضية أو القلوية التى ثبت عدم تأثيرها الضار على الإنسان أو الحيوان . ولقد تمت إزالة المخلفات الخاصة بمبيد الدورسبان ، ولكن بعد فترات طويلة من النقع جدول (٥ ــ ٧) .

جدول (٥ ــ ٧) : أثر نقع الحبوب الملوثة بالمبيدات فى المياه العادية والعسرة فى التخلص من المخلفات .

محلول النقع	كمية المبيد (٪) بالنسبة للكمية الأصلية بعد ٣ ساعات			
	ملاثيون		دورسبان	
	قمح	فول	قمح	فول
ماء عادى	٣٫٢	صفر*	٤٫٣	١٣٫٩
ماء عسر	٧٫٥	٣٫٨	٦٫٥	٥٫٦
محلول قاعدى	صفر	صفر	صفر	صفر
محلول حامضى	صفر	صفر	صفر	صفر

* صفر لاتعنى عدم وجود مخلفات تماماً ، وإنما قد تعنى وجود مخلفات بمستوى لايمكن تقديره بطرق التقدير المستخدمة .

وتأكيداً لتخليص الحبوب من مخلفات المبيدات ، ثم تجهيزها عن طريق الغلى فى الماء ، ثم التخزين لفترات من ١ ــ ٥ أشهر . ولقد أدت هذه المعاملة إلى انهيار معظم كمية المخلفات الموجودة ، حيث وصلت نسبة الفقد إلى مدى تراوح بين ٩٦ ــ ٩٩٪ من كمية المبيدات المضافة فى البداية .

٢ ــ الخضروات والفواكه

فى إحدى الدراسات التى أجريت بالمعمل المركزى للمبيدات عام ١٩٧٥ ... اتضح أن حوالى ٨١ ــ ٨٢٪ من كمية مبيد النوفاكرون التى ترش على نباتات الملوخية تنفذ داخل نسيج الورقة بعد ساعة من الرش ، ولا تزال إطلاقاً بالغسيل بالماء ، حيث تتحول داخل الورقة إلى نواتج أخرى أكثر سمية ، وكذلك اتضح أن سلوك صورتى الدورسبان القابل للاستحلاب والقابل للبلل مختلفان تماماً ، حيث تراوحت معدلات النفاذ بين ٤٠٪ ، ٩٨ر١٪ على التوالى . ومن أخطر ما أظهرته الدراسة أنه يجب عدم أكل الملوخية المزروعة من حقول القطن المعاملة بالنوفاكرون أو الأزودرين ، وكذلك اتضح ان بقايا الدورسبان على الملوخية كانت فى حدود المسموح بتواجده تبعاً لتوصيات المنظمات العالمية . ومن هذا يمكن السماح بتسويقها بعد ٦ – ٩ أيام من الرش . أما مع الجاردونا فيمكن تسويق الملوخية غير المغسولة بعد ٦ أيام ، والمغسولة بعد ساعة من الرش ، نظراً لقلة نفاذ المركب . كما استهدفت الدراسة كذلك مخلفات بعض المبيدات الفوسفورية فى الفاصوليا والبامية ومدى ثباتها أو انعكاسها على الصحة العامة . ولقد تبين من الدراسة أن نصف فترة الحياة للمبيدات المختبرة كانت ٤٨ر٠ ، ٤٦ر٨ ، ٣٤ر٨ ، ٦٠ ساعة على الفاصوليا ، و٢٨ر٨ ، ٢٢ر٨ ، ٢٣ر٢٨ ، ٣٢ر٤ ، ٢٣ر٤ ساعة على البامية التى عوملت بمبيدات الأزودرين ، والنوفاكرون ، والدورسبان مستحلب ، والقابل للبلل ، والجاردونا على التوالى . كما ثبت أن مخلفات المبيدات تتناقص بمضى الوقت ، ولكنها تترك كميات لها أهميتها بعد ١٥ يوماً من المعاملة ، إما على صورة المركب الأساسى . أو نواتج تمثيله . ومن أخطر ما أسفرت عنه الدارسة وجود مخلفات من مبيد النوفاكرون (الأزودرين) داخل الفاصوليا الجافة قدرت بحوالى ٢٨ر١ – ٣٠ر١ جزء فى المليون على التوالى ، ولذلك تجب التوصية بعدم استخدام هذا المبيد على الخضروات لثباته العالى . أما الخضروات التى تعامل بالدورسبان ، فيمكن تسويقها بعد ٦ – ٩ أيام من المعاملة . أما فترة الأمان بالنسبة للجاردونا ، فهى ٢٤ ساعة على البامية ، وثلاثة أيام على الفاصوليا .

وفى دراسة ثالثة أجريت بكلية الزراعة جامعة عين شمس عام ١٩٧٧ استهدفت إلقاء الضوء على خطورة مخلفات المبيدات على نشاط الإنزيمات فى الخضروات والفواكه التى تلعب دوراً رئيسيا فى عمليات الحفظ والتجهيز ، وأثناء التخزين اتضح من الدراسة أن معدل تنشيط وتثبيط الإنزيم فى الثمار المعاملة يتوقف على طبيعة التركيب الكيميائى للمبيد ، والتركيز المستخدم ، ونوع المحصول ، ولقد أظهر مبيد الملاثيون سلوكاً متماثلاً فى كل من المشمش والعنب ، حيث ثبط إنزيم البيروكسيديز مع

جميع التركيزات . وفى حالة الفراولة والتين أدت التركيزات العالية إلى زيادة نشاط الإنزيم ، كما يسبب المبيد نقصاً فى معدل نشاط البيروكسيديز فى الفاصوليا الخضراء . ولقد نشط الدايمثويت هذا الإنزيم فى ثمار المشمش ، والتين ، والفاصوليا الخضراء .

ولقد اتضح كذلك أن إضافة المحلول السكرى أدت إلى تثبيط البيروكسيديز . أما التجميد ، فقد أدى إلى زيادة نشاط هذا الإنزيم ، بينما ثبط الكتاليز . وفى أثناء التخزين والتجميد ثبط مبيد الدايمثويت نشاط البيروكسيديز ، بينما حدث العكس مع الملاثيون فى حالة عدم إضافة المحلول السكرى ، وقد ازداد النشاط الإنزيمى فى وجود السكر . وأحدث المبيدان نقصاً فى نشاط الكتاليز فى غياب السكر ، وزاد معدل التثبيط خلال فترة التخزين والتجميد .

وتناولت الدراسة أثر عمليات التصنيع فى قدرة التأثير التثبيطى للمبيدات على البيروكسيديز والكتاليز فى المشمش ، حيث عوملت الثمار بتركيزات مختلفة ، من المبيدين بطريقة الغمر ، واتضح من الدراسة أن عملية السلق بطريقتى البخار والماء الساخن أدت إلى نقص فى نشاط إنزيم الكتاليز فى الثمار المعاملة بالملاثيون بتركيز ١٥ر٠٪ ، فى حين أن السلق بالبخار كان أكثر تأثيراً على معدل تثبيط الإنزيم من الماء الساخن . كما أدت معاملة الثمار بالدايمثويت إلى تقليل تأثير عملية السلق بالبخار أو الماء الساخن على نشاط الإنزيم ، حيث استرجع الإنزيم نشاطه بعد إجراء عملية السلق . وقد انخفض النشاط الإنزيمى فى الثمار المعاملة بالملاثيون والمجمدة على درجة - ٢٠°م ، فى حين زاد نشاط الإنزيم مع مبيد الدايمثويت .

وفى دراسة أجريت بكلية العلوم ــ جامعة عين شمس - عام ١٩٨٦ ثبت وجود مخلفات من المبيدات الحشرية الثيوديكارب (كاربامات) ، والبيريدافنثيون (فوسفورى) ، والفلوسيرنات (بيرثرويدز) على السطح الخارجى لأوراق الفول الأخضر ، وفى داخلها وصلت بعد المعاملة مباشرة إلى ١١ر٢٠ ، ١٥ر٢٢ ، ٧٣ر١٨ جزءاً فى المليون مع هذه المبيدات على التوالى ، ثم حدث تناقص للمخلفات السطحية بمرور الوقت حتى نهاية التجربة (١٤ يوماً) . وعلى العكس حدث تزايد للمخلفات الداخلية حتى اليوم الثالث بعد المعاملة مع المبيدات الكارباماتية والفوسفورية حتى سبعة أيام مع المركب البيرثرويدى ، ثم حدث انهيار ونقص لهذه المخلفات بزيادة الوقت ، ووصل مستوى المخلفات الداخلية بعد ١٤ يوماً إلى ٢٢ر٠/ ٤٥ر٠/ ٨٣ر٠ جزء فى المليون مع المبيدات السابقة على التوالى .

ولقد أجريت عملية غلى أثناء طهو الفول الأخضر فى الماء لمدة عشرين دقيقة ، ثم قدرت المخلفات بعد ذلك ، وتم حساب النسبة المئوية للفقد . والنتائج التى أسفرت عنها الدراسة يمكن إيجازها فى جدول (٥ ــ ٨) .

جدول (٥ – ٨) : أثر الطهو على انهيار بعض المبيدات الحشرية فى الفول الأخضر .

المبيدات المستخدمة	كمية المخلفات قبل الغليان (جزء فى المليون)	كمية المخلفات بعد الغلى		الكمية المفقودة (جزء فى المليون)	معدل الفقد (٪)
		فى ماء الغلى	فى النبات المغلى		
ثيوديكارب	٢٩٢٫٤٦	١١٣٫٢١	٧٥٫٤٧	١٠٣٫٧٨	٣٥٫٤٩
بيريدافنثيون	٣٥٠٫٣٣	١٥٣٫٣٣	١١٣٫٣٣	٨٣٫٦٧	٢٣٫٨٨
فلوسيرينات	٣٨٥٫٧٠	١٧٧٫٧٨	١٤٨٫١٥	٥٤٫٧٥	١٤٫٢٠

الفصـــل الســـادس

بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات فى البيئة

أولاً : مقدمة

ثانياً : دور العوامل السابقة فى تكسير وتدهور المبيدات ، ومن ثم التخلص من بقايا المبيدات

الفصل السادس

بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات فى البيئة

أولًا : مقدمـــة

يستهدف هذا الجزء إلقاء الضوء على كيفية ووسائل التخلص من كميات المبيدات التى تستعمل فى برامج مكافحة الآفات المستهدفة ، ومن ثم فقدت فعاليتها ، ولايمكن التخلص منها بالوسائل التقليدية المعروفة ، نظرًا لعدة اعتبارات ، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر :

١ – شدة الخطورة على الإنسان وحيواناته المستأنسة ، والبيئة التى يعيش فيها ، نظرًا لسميتها العالية .
٢ – لاتنهار أو تنهار ببطء شديد فى البيئة ، وتتحول إلى مركبات غير سامة .
٣ – تنتج بكميات هائلة .

ومن أمثلة المركبات التى تنطبق عليها هذه المواصفات :

مركبات الزئبق العضوية ، ومركبات الزرنيخ العضوية ، وكبريتات الثاليوم ، والديازينون ، والميثايل باراثيون ، والباراثيون ، والفورات ، والمانيب ، والأروكلور ، والبروباكلور ، و CDAA ، والأترازين ، والـد.د.ت ، والهبتاكلور ، والتوكسافين ، واللندين ، والكلورامبين ، و ٤,٢ – د ، و ٤,٢ – ٥ ت ، والألدرين ، والكلوردين ، والأندرين ، والبيتاكلوروفينول وغيرها من المبيدات الحديثة . ويعتبر الفعل الميكروبى وضوء الشمس من أهم العوامل التى تحدث انهيارًا لمبيدات الآفات فى البيئة ، فعند استخدام المبيد بطريقة الرش ، فإن جزءاً لايستهان به قد لايصل إلى السطح المستهدف تغطيته ، كماأن جزءاً آخر قد يفقد عن طريق التطاير . والمبيدات التى تتطاير من على الأسطح المعاملة أو خلال التطبيق قد تتحول بفعل الانهيار الضوئى على الصورة البخارية ، ونفس

الشيء للمبيدات الموجودة فى الماء ، أو الموجودة على الأسطح المختلفة فى البيئة قد تدخل فى بعض التغيرات الكيميائية بأشعة الشمس . ومن الثابت أن الكميات الصغيرة من المبيدات التى تتعرض – ولفترات طويلة – للهواء والشمس والميكروبات يحدث لها انهيار سريع ، وتتحول إلى جزيئات صغيرة . وفيما يتعلق بالانهيار الضوئى لمبيدات الآفات لم تتحقق حتى الآن خطوات تطبيقية لاستغلال هذه الطريقة فى التخلص من الكميات الصغيرة من المبيدات على نطاق واسع ، حيث إن كفاءتها فى انهيار المبيدات مباشرة ، أو جعلها أكثر حساسية لفعل الميكروبات مازال محل دراسة فى العديد من معاهد البحث العلمى فى هذا المجال .

المشاكل الخاصة بإزالة الملوثات المركزة من المبيدات والتخلص من البقايا تختلف لحد ما عما سبق الإشارة إليه فى حالة الكميات الصغيرة والمخففة . ولقد ثبت أن الحرق هو أحسن السبل العملية عندما تتجمع كميات كبيرة من المواد القابلة للاحتراق فى مكان واحد . والحرق يعتبر حلًا كاملًا للعديد من مشكل التخلص من بقايا المبيدات والكيميائيات غير المرغوب فيها ، ولكن لابد من تحديد الظروف الواجب توافرها لاحتراق كل مادة على حدة ، وكذلك تحديد سبل تنظيف الغازات المنطلقة بكفاءة ، واتخاذ كافة الطرق لضمان عدم تكوين أو انفراد مواد سامة من جراء عملية الحرق وهذا يتطلب توفير معدات خاصة تتكلف الكثير لإنشائها وتشغيلها .

وإذا كان المطلوب التخلص من كميات وحجوم كبيرة من المبيدات ، فيفضل اللجوء لوسيلة أخرى . وتعتبر طريقة دفن المبيدات فى التربة اختياراً ممتازاً من الناحيتين العملية والتطبيقية ، ولكن الاختيار لموقع الدفن ، علاوة على قلة الأماكن المتاحة لهذا الغرض ، تمثل العوامل الحرجة والمحددة لهذا الخيار . ويمكن تجهيز أماكن خاصة تناسب التخلص من المحاليل المخففة للسموم فى الأرض ، أو تنقيتها عن طريق الإمرار فى مرشحات خاصة وخزانات بها مواد قادرة على ادمصاص المادة الكيميائية . والتخلص عن هذا الطريق يعتمد على دور الميكروبات الأرضية فى هدم المبيدات وتحويلها إلى مواد وجزيئات بسيطة غير سامة . وفى الغالب تتحول الجزيئات المعقدة إلى ثانى أكسيد الكربون ، والماء ، وأيونات الكلورين ، وغيرها . ويطلق على هذه العملية الاصطلاح « المعدنة Mineralization » .

ويمكن إضافة طرق المعاملة الكيميائية والتشعيع للطرق ذكرها ، وهى الحرق ، واستخدام الميكروبات لتقليل ضرر الكميات الزائدة من المبيدات . والمعاملة الكيميائية للمواد العضوية قد تتضمن بعض التفاعلات ، مثل تحويل المركبات العضوية إلى رابع كلوريد الكربون من خلال عملية التحلل الكلورينى « Chorinolysis » ، وهذه تتضمن التفاعل مع الكلورين الغازى تحت ظروف نشيطة . وقد يستخدم التفاعل مع مواد أخرى ، مثل أيدروكسيد الصوديوم ، كما يحدث فى حالة التحلل المائى للباراثيون فى وجود قاعدة قوية ، وهذا يحدث أيضًا مع معظم المبيدات الفوسفورية العضوية ، ومن ثم تقل سمية هذه المركبات نتيجة للتحلل . ولقد وجد أن معظم المبيدات تنهار بإذابتها فى محلول مختزل لأحد المعادن ، مثل الصوديوم فى الأمونيا .

والتخلص من المبيدات الكلورينية العضوية مشكلة ذات طبيعة خاصة . وتشير توصيات وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA أن الحرق هو الوسيلة الوحيدة المقبولة مع هذه المركبات . وهذا يتطلب أجهزة معقدة قادرة على إعطاء درجات حرارة عالية جدًا ، وهى مصممة تمنع تلوث الهواء الجوى بمواد الاحتراق . وهذه الطريقة تفيد فى حالة الكميات الضخمة من المبيدات ، وهى غير سائدة فى هذا المجال . وهذه الحقيقة تتطلب ضرورة التركيز على استخدام الطرق التى تعتمد على التحلل المائى والأكسدة . ولقد اقترحت إمكانية تعريض المبيدات للإشعاع ، ثم الميكروبات كإحدى الطرق البديلة للحرق فى حالة المخلفات الموجودة على حالة محاليل مائية . وهذه المحاليل المحتوية على أجزاء فى المليون من المركبات الكلورينية العضوية أو أية بقايا عضوية سامة يمكن بالتشعيع تقليل سميتها وتكلسها مرة أخرى . وهذه الخطوة تساعد على تكملة الانهيار بواسطة الميكروبات ، وعلى سبيل المثال .. فإن تقليل عدد ذرات الكلورين على الحلقة العطرية لأى مركب كلورينى يزيد من معدل التحلل الميكروبى لهذا المركب . ولقد وجد أن مركب ٤،٢ – د يتحلل أسرع من مركب ٥،٤،٢ – ت بفعل الميكروبات، ونفس الحال مع مركبات ثنائية الفينيل المتعددة الكلور .

ويمثل الانهيار الضوئى طريقة فعالة لتحطيم المبيدات والتخلص منها ، مع الأخذ فى الاعتبار أن ضوء الشمس متوفر ، وبدون مقابل ، كما أن الدراسات أثبتت الدور الفعال الذى يلعبه ضوء الشمس فى تكسير المبيدات والكيميائيات فى البيئة ، ومن الصعوبة تخليق مركب عضوى كيميائى يقاوم فعل الضوء والشمس والهواء لمدة طويلة . ولقد أمكن تنقية الماء بواسطة الهواء والشمس . والعديد من الكيميائيات السامة ،مثل الكلورداى أوكبى ، تنهار فى الأشعة فوق البنفسجية . ومبيدات الآفات تتحول تحت ظروف الأشعة فوق البنفسجية إلى مركبات أقل سمية وخطرًا فى البيئة من المركبات الأصلية . ويظل هناك العديد من الأسئلة فى حاجة إلى إجابة ، وعلى سبيل المثال ..

١ – ماهى سرعة حدوث التفاعلات الضوئية ، وماهو مقدار الطاقة اللازمة لإحداثها ؟
٢ – ماهى المركبات التى يتوقع دخولها فى هذه التفاعلات ، ولأى حد تتأثر ؟

ثانيًا : دور العوامل السابقة فى تكسير وتدهور المبيدات ، ومن ثم التخلص من بقايا المبيدات

١ – التفاعلات الضوءكيميائية Photochemical reactions

من المعروف أن معظم المركبات تتحلل بالطاقة الحرارية ، وهذه التفاعلات تحدث بسرعة ، بالمقارنة بالأشعة فوق البنفسجية . ولقد أثبتت الدراسات أن كسر الرابطة الكيميائية يحتاج كمية معينة من الطاقة ، وعلى سبيل المثال .. فإن تفريق الرابطة الموجودة بين ذرتى كربون يتطلب توفير طاقة مقدراها ١٠٠ كيلوكالورى لكل مول ، لذلك فإن كسر هذه الرابطة بفعل الضوء يحتاج توفيره بما يعطى هذه الكمية من الطاقة . والإشعاع الكهرومغناطيسى يعطى طاقة تتناسب عكسيًا مع طول الموجه ، لذلك فإن الجهاز يعطى طاقة كافية عند أطوال موجات ضوئية قصيرة . وفى هذا الخصوص

يستعمل مصدر كهروكيميائى مناسب ، مثل قوس الزئبق المتوسط الضغط بطاقة قصوى تتوزع حول ٢٥٤ نانوميتر . وهذا المصدر يجب حفظه فى إناء من الكوارتز ، حتى يسمح بمرور الموجات القصيرة . ومعدل الانهيار الضوئى يتوقف على عدة عوامل ، فالانهيار المباشر لأى مركب عضوى فى المحلول يتطلب ضرورة امتصاص الضوء ، حتى يحدث التفاعل . وتقاس الطاقة الضوئية بالكوانتا ، وتحسب كفاءة العملية بقسمة عدد الكوانتا التى تمتص بواسطة المواد المتفاعلة على عدد الجزيئات الناتجة من الانهيار الضوئى . ويعبر عن ذلك بالكوانتم الناتج من العملية « quantum yield » . وهذا لايعطى مقياساً وثيقاً عن معدل التفاعل ، لأنه يعبر عن عامل واحد فقط ، علاوة على تأثره بمعدل امتصاص النظام للضوء ومكونات الضوء الممتص التى توصل للحالة النشطة . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن مصدر الضوء المستخدم لايجب أن يعطى طاقة كافية فقط ، ولكن يجب أن تكون شدة الضوء كافية ، معبرًا عنها بالطاقة الناتجة/وحدة زمنية .

ولقد ثبت أن امتصاص الجزيئات للضوء يعبر عنه بشكل منحنى الامتصاص عند أى موجة ضوئية ، فمركبات البنزينون تمتص الضوء قليلًا عند ٣٠٠ نانوميتر ، وهذا يتطلب مصدرًا زئبقيًا غير مرشح . ويجب أن يكون معلومًا أن امتصاص الجزيئات للضوء لايعنى بالضرورة حدوث انهيار وتكسير لهذه الجزيئات ، لأن الضوء القادر على عملية الانهيار الكهروضوئى لابد أن تكون له طاقة وشدة معينة ، ولابد أن يؤخذ فى الاعتبار احتمالات فقد الطاقة بعد اصطدامها بالجزيئات .

وهناك عمليات تحقق الانهيار الضوءكيميائى للمركبات العضوية بتعريضها للضوء المحتوى على موجات طويلة ، ويتأتى ذلك عن إحداث زيادة فى حساسية الجزيئات ، ومثال ذلك .. مبيد الحشائش الأميترول الذى يقاوم الفعل المباشر للضوء ذى الموجات الأكبر من ٢٦٠ نانوميتر ، حيث إنه يبدأ امتصاص الضوء عند الموجات القصيرة ، ومن ثم يعتبر مركبًا ثابتاً ضوئيًا ، ولكن الأميترول فى وجود الريبوفلافين فى المحلول المائى يتحلل سريعًا فى وجود الضوء ذى الموجات أكبر من ٣٠٠ نانوميتر . ويحدث نفس الشىء مع مركبات السيكلودايين الكلورينية فى وجود الأسيتون ، حيث تمتص الضوء على موجات ٢٩٠ نانوميتر ، وتدخل بعد ذلك فى تفاعلات ضوءكيميائية . وعمليات خلق الحساسية فى الجزيئات تعنى نقل الطاقة من الجزىء الذى امتص الضوء ، وأصبح فى حالة هياج إلى حالة عالية الطاقة . والتصادم الذى يحدث من طول بقاء هذه الحالة ينقل الطاقة لجزىء آخر يعتبر كمادة متفاعلة ، ونتيجة لذلك يحدث التفاعل الضوءكيميائى للجزيئات ، دون أن تمتص الضوء مباشرة .

وهناك نوع آخر من نقل الطاقة يتمثل فى « نقل الشحنات » ، ومثال ذلك إحداث انهيار ضوئى للمركبات العطرية الهالوجينية ، مثل : الـ د.د.ت فى وجود الأمينات ، حيث يقوم البنزين الهالوجينى بدور مستقبل الإلكترونات فى تكوين معقدات هائجة من ناقلات الطاقة مع الأمينات . ويحدث انحلال ضوئى لهذه المعقدات على موجات ضوئية قصيرة عما هو مطلوب فى حالة المركبات الهالوجينية بدون إضافة المنشطات « الأمينات » .

والمنشطات توجد فى الطبيعة بوفرة ، خاصة فى المياه ، حيث تساعد على الانهيار الضوئى للموثات الموجودة فى الأنهار والمجارى المائية . وبصرف النظر عن لون المياه ، فقد تكون شفافة أو معتمة ، إلا أن معدل الانهيار الضوئى للكيميائيات بالقرب من سطح هذه المياه يكون أعلى منه فى حالة المياه المقطرة . ولقد وجد الباحثان Ross & Crosby عام ١٩٧٥ أنه فى وجود أو غياب الضوء ذى الموجات الأطول من ٣٠٠ نانوميتر يظل الألدرين (١٠ ميكروجرام/لتر) ثابتًا دون تحلل فى الماء الخالى من المعادن . والألدرين لايمتص الضوء الأطول من ٢٥٠ نانوميتر ، ولكن فى وجود المنشطات ، مثل : الأسيتون ، والأسيتالدهيد تحدث له أكسدة ضوئية ، ويتحول إلى الديلدرين دون تدخل الأكسجين . ولقد تبين أن تكوين المؤكسدات الضوءكيميائية ، مثل حامض الخليك الثلجى هى المسئولة عن هذا التحول . كما تبين وجود مؤكسدات غير متطايرة فى وسط التفاعل نتيجة للدراسات التى أجريت فى حقول الأرز المغمورة بالمياه . ولقد تحول حوالى ٢٥٪ من كمية الألدرين إلى الديلدرين بعد ٣٦ ساعة من التعرض للإشعاع .

ولقد درس تأثير حالة السطوح التى تتعرض لها الجزيئات ، حيث إن حدوث التداخل بينهما يؤدى إلى تغيرات فى الصفات الطبيعية والكيميائية للجزيئات من خلال تأثيرات المجاميع القطبية وغير القطبية عند منطقة بين السطوح . فلو شعع الجزىء ، فإنه يظهر سلوكاً ضوئيًا كيميائيا نتيجة لتغير علاقات الطاقة بين الحالات الإلكترونية النشطة . ولإثبات ذلك تم قياس نشاط الأشعة فوق البنفسجية للأنيلينات والفينولات فى الهكسان فى وجود أو غياب السليكا . ولقد اتخذ التغير فى تكوين روابط الأيدروجين كمعيار للتغير فى مدى الامتصاص الضوئى الأقصى . ويحدث تغير فى مدى الامتصاص عند ادمصاص الجزىء على مادة صلبة ، وهذا يؤدى إلى تغير سلوكه الضوءكيميائى . ويبدو أن التربة تحمى الجزيئات من الانهيار الضوئى ، بينما السليكا تساعد هذا الانحلال .

ولقد أشار الباحث Korte ومعاونوه عامى ٧٤ ، ١٩٧٥ إلى معرفة عدد من المركبات نتيجة للتعرض للأشعة فوق البنفسجية فى وجود تيار من الأكسجين ، حيث قاموا باستخدام مصباح ذى ضغط عال (١٢٥ وات) فى غلاف من البيركس البارد . ولقد وجدوا أن معدلات تحول المركبات تزداد إذا كانت مدمصة على مواد خاصة ، عما لوكانت على صورة مواد صلبة ، أو على شكل رقائق . ولقد حدث تدهور كامل لبعض مركبات السيكلودايين عندما شععت فى الحالة الجافة .. والجدول (٦ — ١) يوضح معدل انهيار مركبات البنتاكلوروفينول والـ د . د . ت المحملة على السليكاجيل ، والتى عرضت لموجات ضوئية ٢٩٠ نانوميتر .

وفى بعض الحالات تم تقدير كمية ك ا٢ وكلوريد الأيدروجين المنطلق من التفاعلات الضوءكيميائية . وتجدر الإشارة إلى أن معدلات اختفاء المبيدات قد لاترجع كلية إلى تكوين نواتج انهيار ضوئية بقدر ماترجع إلى حدوث التطاير .

جدول (٦ – ١) : معدل انهيار مركبات البنتاكلور فينول وال د . د . ت المحملة على السليكاجيل .

المركب	الكمية الابتدائية (ملليجرام)	الكمية المسترجعة بعد الفترات التالية ٤ أيام ملليجم	٤ أيام %	٧ أيام ملليجم	٧ أيام %
بنتاكلوروفينول	١٠٢	٢٦	٢٥	١٢	١٢
د.د.ت	٣٨٥	٢٩٨	٧٧	٢٥٥	٦٦
د.د.إى *	٣٦٢	٩١	٢٥	٦٩	١٩

* تم الكشف عن وجود مركب دايكلوروبنزوفينون (٣٨ ملليجرام) ، تراى كلوروبنزوفينون (٧ ملليجرام) .

ولقد وضعت وكالة حماية البيئة الأمريكية فى أثينا وجورجيا علاقات كمية يمكن بواسطتها التنبوء بمعدلات الانهيار الضوئى للمبيدات عند تعريضها لأشعة الشمس . ومعدل انهيار المبيدات فى المسطحات المائية يكون عاليًا بالقرب من السطح ، ويقل كلما زاد العمق ، وهذا ينعكس على نصف فترة الحياة . وشدة الضوء ومدة سطوع الشمس تلعب دورًا كبيرًا فى هذا الخصوص ، حيث تختلف معدلات الانهيار فى المواسم المختلفة كما يتضح مع مركب الـ د.د. إى فى الجدول (٦ — ٢) .

جدول (٦ – ٢) : انهيار المبيدات فى المواسم المختلفة .

الموســـم	نصف فترة الحيــاة
الربيع	١,٤ يوم
الصيف	٠,٩٤ يوم
الخريف	٢,٤ يوم
الشتاء	٦١ يومًا

ولقد طورت مؤسسة Houston طريقة فعالة لتكسير وتحطيم الكيميائيات الضارة فى المحاليل ، مثل : سيانيدات المعادن الثقيلة . والمبيدات تعتمد على استخدام التشعيع بخليط من الأوزون والأشعة

فوق البنفسجية . ويستخدم لتحقيق هذا الغرض جهاز بسيط يتكون من وعاء التفاعل ، ومولد الأوزون ، وموزع الغاز ، وخلاط ، ومصباح زئبق ذى ضغط عال . ولقد نجحت هذه الطريقة فى تقليل مستوى المبيدات بنتاكلوروبنزين ، والملاثيون ، والفابام ، والبايجون من ٥٠ جزءًا فى المليون حتى أقل من نصف جزء فى المليون . ولقد تم تقليل مستوى الـ د.د.ت من ٥٨ جزءًا فى البليون إلى أقل من ٠,٥ جزء فى البليون خلال ٩٠ دقيقة من التعريض . وتوجد حاليًا وحدات تفاعل ذات سعة من ١٠ – ٢١ لتراً . ومازالت المؤسسة تجرى العديد من الدراسات حتى تتوصل لأجهزة ذات سعة كبيرة . وتستهدف الدراسات الحالية الوصول لمعدل تحطيم للمبيدات الكلورينية (د.د.ت – بنتاكلوروبنزين) ، والفوسفورية (ملاثيون) ، والكاربامات (بايجون – فابام) تصل حتى ٩٩٪ خلال مدة تعريض قصيرة . ولقد أشارت المؤسسة إلى أن عملية التحطيم تتأثر بالعديد من العوامل ، مثل : درجة حرارة المحلول ، وشدة الإشعاع ، وتدفق الأوزون ، ومعدل التقليب . وحتى الآن لم تتسع دائرة المركبات المختبرة ، كما لم تجر عمليات تقييم لتكلفة العملية ، ومع هذا .. فإن نتائجها تبشر بمستقبل كبير ومشجع .

ومن الناحية العملية يجب الاهتمام بمعرفة معدلات الانهيار الضوءكيميائية ، وكذلك طبيعة الكلور أو الهالوجين بصفة عامة ، فعند تعريض إثيرات ميثايل كلوروفينول للضوء (أقل من ٢٦٠ نانوميتر) يتحول إلى مركب خال من الكلور بنسب مختلفة تبعًا لنوع المشابهات وفترة التعريض .

وفيما يلى شكل (٦ – ١) يوضح لإنهيار مركب بنتاكلورو نيتروبنزين .

شكل (٦ – ١) : الانهيار الضوئى لمركب بنتاكلورونيتروبنزين .

ويجب أن تتناول الدراسات الخاصة بالانهيار الضوئى للمبيدات استخدام المنشطات الضوئية التى سبقت الإشارة إليها ، مثل : البنزوفينون ، والريبوفلافين ٥ – فوسفات . ومن المثير للدهشة ماوجده العلماء Ivie & Casida عام ١٩٧١ أن الروتينون وغيره من مبيدات الآفات وبعض الكيميائيات الأخرى تصلح كمواد منشطة للتفاعلات الضوئية ، وذكر – على سبيل المثال – بعض الأمينات العطرية ، والأنثراكينون ، والبنزوفينون . ومن المخاليط التى أظهرت كفاءة كمنشطات ضوئية : مخاليط آبيت/ ديلدرين ، وكاربين/ سومثيون ، وفينوسيازين/ د.د.ت ، وروتينون/ديلدرين . ولقد وجد الباحثون أن مخلوط الكلوروفيل المستخرج من البلاستيدات الخضراء للإسفاناخ مع الروتينون فعال جدًّا فى تنشيط التفاعلات الضوئية للمبيدات الفوسفورية ، والكاربامات ، والبيرثرينات ، ومشتقات الداى نيتروفينولات .

ومن العوامل الهامة والمحددة لطبيعة التفاعلات الضوءكيميائية الوسط الذى توجد فيه المادة أو المواد المتفاعلة . ففى التجارب المعملية ثبتت أهمية دور المذيبات العضوية فى تحديد سرعة التفاعلات الضوئية ونوعية المواد الناتجة منها . وتعمل المذيبات بأحد طريقين : الأول كمنشطات ضوئية ، أو تشارك جزيئات التفاعل فى الطاقة ، كما فى المعادلتين التاليتين :

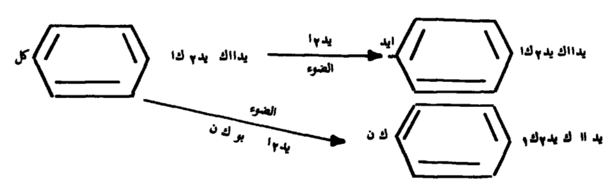
أ + ب ضوء أ + ب* ← (أب) ← أ + بَ

أ + ب ضوء أ* + ب ← أ ← + بَ

حيث إن أ تمثل جزىء المبيد ، ب تمثل المادة المساعدة للتفاعلات الضوئية .

وتجد الإشارة إلى أن التفاعلات الضوءكيميائية تشتمل عدة اتجاهات مثل :

(أ) التحلل المائى فى وجود الضوء Hydrolysis ، حيث يحدث إحلال لذرة الكلور الموجودة على حلقة البنزين بإحدى مجموعات الأيدروكسيل .



شكل (٦ – ٢) : التحلل المائى فى وجود الضوء .

(ب) فقد المجموعات الهالوجينية Dehalogenation ، كما فى مركبات البنتاكلوروبنزين ، والكلوردين ، والهبتاكلور ، وغيرها . ويطلق عليها تفاعلات اختزالية ، وهى فعالة فى الوقت الذى لا تستطيع الكائنات الدقيقة أن تقوم بنفس العمل .

(جـ) الأكسدة الضوئية Oxidation ، وتحدث بالتفاعل بين الأكسجين وجزيئات المبيدات النشطة ضوئيًا ، لذلك تحدث التفاعلات فى الجو العادى ، وليس فى المحاليل المائية . ومن أكثرها شيوعاً تحول فو = كب ⇌إلى فو = أ

(د) تكوين المشابهات الضوئية Isomerization & polymerization ، كما فى المركبات الكلورينية الحلقية ، والأمينات ، والبنتاكلوروفينولات .

٢ – الموجات الدقيقة Micro wave

دلت الإحصائيات الأمريكية على أن حوالى ١٠ ملايين طن من المواد السامة والمخلفات الضارة تتخلف سنويًا ، ومن بينها حوالى الخمس يحتاج إلى طرق خاصة للتخلص منها ، نظرًا للصعوبات الشديدة للمعاملة ، ومن أمثلة هذه المواد : المبيدات التى أوقف استخدامها وسحبت من الأسواق ، وتلك التى لاتطابق المواصفات ، ومخلفات المصانع الكيميائية ، والمفرقعات ، والمخلفات البيولوجية ، ومحدثات السرطان ، والطفرات وغيرها . وهى توجد فى كميات كبيرة ، وكذلك فى لوطات صغيرة . والمركبات الشديدة الخطورة هى :

النيتروسامين المسببة للسرطان ، والفينيل ، وكلوريدات الفينيلدين ، والدايوكسينات المحتوية على الهالوجينات والأمينات العطرية ، وهذه توجد فى كميات صغيرة .

المركبات العضوية المعدنية التى تحدث تسممات حادة ومعقدات المعادن الثقيلة ، مثل : الزئبق ، والزرنيخ ، والكادميوم ، والرصاص الناتجة من عمليات الصناعة والمبيدات .

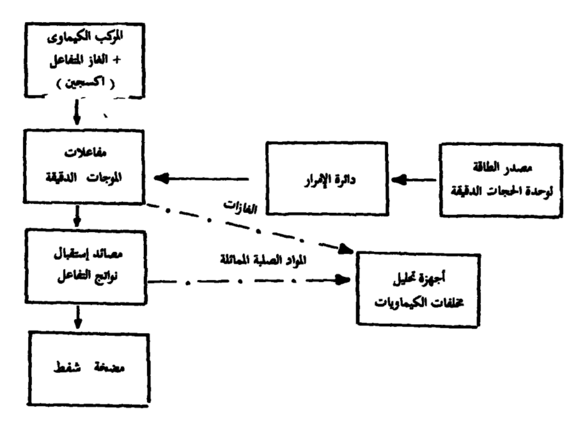
السموم العصبية ، مثل : مركبات الفوسفور العضوية ، ومصدرها القوات المسلحة ، وتشمل كذلك المبيدات بأنواعها المختلفة .

وإذا تكلمنا عن المركبات ذات السمية الاعتبارية ، مثل : محاليل الـ د.د.ت المخففة ، وكذلك مبيدات الآفات المختلطة بالمذيبات ، أو مخلفات القمامة ، خاصة تلك التى لها سمية متوسطة على الثدييات (ج ق.ه أعلى من ٥٠٠ مللجم/كجم من وزن الجسم) نجد أنه استحدثت وسائل للتخلص منها ، مثل : التحطيم الحرارى ، والانهيار الكيميائى ، والبيولوجى ، وطرق الدفن الخاصة فى التربة . وبصرف النظر عن أفران الحرق استحدثت طرق تكنولجية جديدة خلال العشر سنوات الماضية للتخلص من السموم الشديدة ، السمية ، وذات الثبات العالى فى البيئة ، مثل : مركزات الكيميائيات ، والمواد النقية . والطرق الشائعة تتمثل فى دفن هذه المركبات فى التربة ، أو تخزينها فوق سطح التربة فى مبان خاصة ، أو الاحتفاظ بها فى براميل . وهذه لا تعتبر طرق تخلص حقيقية ، ولكنها طرق لإخفاء المركبات بعيدًا عن التداول انتظارًا لإيجاد طرق فعالة للتخلص منها .

ولقد بدأت محاولات تحطيم المركبات العضوية بإمرارها خلال مولدات الموجات الدقيقة فى معامل بحوث لوكهيد عام ١٩٦٧ . وهذه الموجات تسرع من إحداث العديد من التفاعلات الكيميائية ، خاصة تكسير الروابط . وفى معامل الجيش الأمريكى أجريت برامج خلال عامى ١٩٧٢/٧٠ لتحطيم

المنشطات الغازية السامة بإمرارها فى مولدات تحتوى على الهيليوم والهواء ، ولقد تحطمت تمامًا مركبات الفوسفونات العضوية .

ولقد استهدفت برامج استخدام الموجات الدقيقة إمكانية تطبيقها على نطاق واسع ، وليس المعملى فقط ، ودراسة كفاءتها على العديد من المبيدات وغيرها من الكيميائيات الضارة ، وكذلك إمكانية استرجاع المواد الناتجة وغير الضارة . ومولدات الموجات الدقيقة Plasma عبارة عن مخلوط من غازات متأينة جزئيًا تتكون من إلكترونات حرة ، وأيونات ، وأنواع متعادلة مختلفة . وتجدر الإشارة إلى أن الإلكترونات الحرة عبارة عن البادئات الأساسية للتفاعلات ، فعندما تصطدم الإلكترونات بالمواد المتفاعلة يحدث لها تأين ينتج إلكترونات أكثر وأيونات ، أو قد يحدث تشتت للمواد المتفاعلة إلى قواعدها الأساسية ، وهذه بالاشتراك مع الإلكترونات الفردية تحدث سلسلة من التفاعلات السريعة تنتهى بتحطيم المركبات . وتكتسب الإلكترونات الحرة الطاقة من المجال الكهربى الناتج تحت ضغط منخفض ، مما يسمح للإلكترونات الحرة باكتساب الطاقة لدرجات حرارة عالية بكثير منه فى حالة الغازات المتعادلة . ولقد وجد أن حرارة الإلكترونات تصل إلى أكثر من ١٠٠٠٠ فهرنهيت ، بينما الغازات العادية لاتتعدى ١٠٠٠ فهرنهيت . ونتيجة للتشغيل تحت الظروف غير المتزنة من استخدام الطاقة . وحيث إن هذا التكنيك يعتمد على الإلكترونات وليس على الحرارة ، فإن المولدات لاتستدعى وجود أفران أو أجهزة حرق ، مما يخفض التكاليف . وفيما يلى رسم مبسط لنظام الموجات الدقيقة فى التخلص من بقايا المبيدات والمواد العضوية السامة شكل (٦ - ٣) .



شكل (٦ - ٣) : نظام وحدة الموجات الدقيقة للتخلص من بقايا المبيدات والمواد العضوية السامة.

ولقد أشارت نتائج تحليل نواتج تعريض مبيد الملاثيون إلى تكوين حامض الفوسفوريك ، والباقى غازات ، مثل : ك أ٢ ، ك أ، كب أ٢ وماء . ولقد وصلت نسبة التحول إلى ٩٩,٩٨٪ من الكمية الأصلية . ولقد وجد أن جميع نواتج هدم PCB ، وكذلك الأروكلور بعد تعريضها لوحدة الموجات الدقيقة (٢٥٠ وات على ١٠٠ ضغط) كلها غازات ، ووصلت درجة التحلل إلى ٩٩,٩٪ ، ونتجت غازات أكاسيد الكلورين والفوسجين عند إجراء العملية فى المعمل ، ولم تظهر هذه الغازات السامة على النطاق الواسع . وعند إجراء تعريض الميثيل بروميد للموجات الدقيقة نتج ك أ٢ ، ك أ، يد ٢أ ، يد بروالبرومين ، ووجدت أكاسيد البروم فى مصائد النيتروجين السائل ، ولكنها لم تظهر على درجات الحرارة العالية ، ووصلت نسبة التدهور لأكثر من ٩٩٪ . وكل الحالات السابقة – علاوة على مركبات فينيل ميركريك أسيتات – استخدم فى هدمها غاز الأكسجين مع الموجات الدقيقة . ولقد استخدم غاز الأرجون فى تحطيم الملاثيون داخل الوحدات الموجبة ، ووصل التدهور لمعدل ٩٩٪ من الكمية الأصلية ، ونتج من التحطيم البروم ، وبروميد الأيدروجين ، والميثان ، والإيثيلين ، والأسيتيلين .

وتجدر الإشارة إلى اقتصاديات العملية ، حيث إن التخلص من رطل واحد من مركب الزئبق المعدنى (PMA) يتكلف ٠,١٩ دولار بأسعار عام ١٩٨٠ ، وهذه تكلفة معقولة إذا أخذت فى الاعتبار سمية المركب وتأثيراته الجانبية فى البيئة . وهذا التكنيك يبشر بمستقبل كبير ، حيث يجب إنشاء وحدات الموجات الدقيقة فى الأماكن التى تتداول فيها السموم ، مثل : الجامعات ، والمستشفيات ، ومراكز البحوث ، والمصانع ، والمناطق الصناعية . والمواد التى يمكن التخلص منها وتكسيرها بالموجات الدقيقة تشمل : الغازات ، والسوائل العضوية النقية ، والمحاليل ، والعجائن ، والمواد الصلبة النقية ، والمخلوطة مع المكونات غير العضوية .

٣ – التخلص من المبيدات بالحرق والانهيار الحرارى

Incineration and Thermal degradation

من الأمور الخطيرة التى تجابه قيادات الزراعة اليوم هى كيفية التخلص من الكميات الكبيرة من مخلفات مبيدات الآفات دون تلويث البيئة . ونظرًا لتنوع الكيميائيات المستخدمة كمبيدات تعقدت المشكلة ، حيث لاتوجد طريقة واحدة يمكن بواسطتها التخلص من الجميع . وفى الماضى كانت الطرق الشائعة تتمثل فى دفنها فى حفرة أرضية سطحية أو عميقة ، وهذه غير مناسبة للتخلص من الكميات الكبيرة ، كما لاتوجد ضمانات عن استمرار وجود المركبات فى هذه الحفر ، حيث إن هناك احتمالات كبيرة لتحركها خلال انجراف التربة أو الماء الأرضى . والحرق هو الوسيلة الفعالة للتخلص من المبيدات ، وهو يستهدف تحطيم الجزيئات تمامًا ، ومن ثم يجب أن تؤخذ فى الاعتبار مجموعة من العوامل حتى نحصل على النتيجة المرجوة ، ومثال ذلك : (١) معرفة الانهيار الحرارى للمبيدات – (٢) حرارة الانهيار – (٣) احتمالات انفراد غازات سامة من عملية الحرق – (٤) معرفة جميع

نواتج الاحتراق الكامل وغير الكامل، مما يساعد على تعميم نظام يقلل من تلوث الهواء بهذه العوادم .

ولقد قام الباحثون بجامعة الميسيسيبى Kennedy ، والجيش الأمريكى Holloman ، ومعامل الكيمياء بالولاية Huttô ،بتجربة رائدة ، حيث تم اختيار مبيدين فطريين وأربعة مبيدات حشرية هى على التوالى : الكابتان ، والمانيب ، والميثايل باراثيون ، والميريكس ، والتيميك ، والتوكسافين . ولقد تم تحديد درجات الحرارة التى يبدأ عندها انهيار كل مركب ، كما فى الجدول (٦ - ٣) .

جدول (٦ - ٣) : درجة حرارة إنهيار بعض المبيدات فى الحيز المغلق

المبيد المستخدم	نقطة الانصهار (درجة مئوية)	طبيعة المستحضر	٪ مادة فعالة	درجة حرارة الإزالة فى وسط مفتوح	النقص فى الوزن ٪	النقص فى الوزن ٪ على ١٠٠٠°م	درجة حرارة الانهيار الابتدائية فى حيز مغلق (°م)
الكابتان	١٧٢-١٧٣	ق ب	٤٦,٥	٢٠٠	٢٩,٢	٥٨,٢	٢٧٥
مانيب	يتحلل قبل الانصهار	ق ب	٨٠	٢٠٠	٣٧	٧٢,٢	٢٠٠
ميثايل باراثيون	٣٧-٣٨	س	٤٤,٢	٢٠٠	٦٤,٧	٩٧,٥	٢٠٠
ميريكس	٤٨٥	مح	٠,٣	٣٠٠	٤٧,٩	٩٩,٣	٥٢٥
تيميك	٩٨-١٠٠	مح	١٠,٨	٢٠٠	١٥,٨	٩٩,٣	١٧٥
توكسافين	٦٥-٩٠	س	٩٠,٢	٤٠٠	٩٤,٢	٩٩,٩	٢٥٠

ق ب = مسحوق قابل للبلل　　س = سائل　　مح = محبب على نشارة الذرة

وفى دراسة أجريت بمعهد بحوث Mid west عام ١٩٧٥ استنتج أن مبيدات الآفات العضوية يمكن تحطيمها تمامًا . ولقد أوصت وكالة حماية البيئة الأمريكية بالحرق على درجة حرارة ١٠٠٠°م لمدة ثانيتين أو ١١٠٠°م لمدة ثانية واحدة ، مع توفير زيادة من الأكسجين من ٨٠ - ١٦٠٪ .ولابد أن يواكب هذا الحرق تحقيق وسائل لتلافى ضرر الغازات المنطلقة من الحرق ، مثل فو٢أ٥ ، يد ك ن ، يد كل ، كب أ٢ وأكاسيد النيتروجين . ولقد قامت محطة بحوث جامعة Dayton عام ١٩٧٧ بإجراء محاولات لتحطيم الكيبون والميريكس . ولقد تم التخلص منها بالحرق بكفاءة ٩٩,٩٩٨٪ على درجة ٥٠٠ ، ٧٠٠° م لمدة ثانية واحدة فقط على التوالى . والمشكلة مع هذين المركبين أن الحرق ينتج مواد وسيطة شديدة الضرر فى البيئة ، مثل : هكساكلوروسيكلوبنتادين ،

والهكساكلوروبنزين ، ومركبات أخرى غير معروفة . ولقد قامت مؤسسة Midland-Ross عام ١٩٧٧ بحرق حوالى ٦٨ كجم من مبيد الكيبون على دفعات كل منها ٤ كجم خلال شهرين على درجة حرارة ١١٠٠°م لمدة ثانيتين . وفى النهاية نتجت مخلفات ك أ٢ ، يد٢أ ، يد كل ، وآثار من سادس كلورور البنزين . ولقد صرحت ولاية فلوريدا لبعض المؤسسات بإنشاء أفران حرق خاصة تكفى للتخلص من ٤٥٠٠٠ كجم من مبيد الكيبون .

ولقد قامت شركة شل بتجربة رائدة فى التخلص من المركبات الكلورينية العضوية فى البحر بالقرب من شاطئ خليج المكسيك عن طريق الحرق ، وبالرغم من أن هذه المركبات التى تناولتها التجارب ليست مبيدات ، لكن النتائج التى أسفرت عنها الدراسة ساهمت كثيرًا فى مجال التخلص من المبيدات . ولقد تم حرق المواد الكلورينية بمعدل ٢٥ طنًا / ساعة على درجات حرارة تتراوح من ١٢٠٠ – ١٣٥٠°م ، ووصلت كفاءة العملية ٩٩,٩٪ . ولقد سمح للغازات الناتجة من الحرق بالتسرب للهواء الجوى (بخار ماء – ثانى أكسيد الكربون – كلوريد الأيدروجين) . ولقد أشارت نتائج تحليل عينات المياه التى قام بها علماء الأسطول الأمريكى عدم زيادة تركيز المواد العضوية الكلورينية بشكل محسوس فى مياه الخليج ، كما لم يؤثر على الحياة البحرية ، مما دعا الجهات المسئولة لإسناد مهمة التخلص من ٥٠,٠٠٠ طن كيميائيات لشركة شل .

ويعتبر مبيد Mirex من أكثر المبيدات مقاومة للتحلل الحرارى ، وبعد تسخينه على درجة حرارة ٥٢٥°م تخلفت عن الحرق على صورة بلورات بيضاء ، وقطرات سائلة (٣٣ مركبًا) ، وغازات يد كل ، كل٢ ، ك كل٤ ، ك أ٢ . وبعد حرق التوكسافين على ٤٠٠°م نتجت مواد كربونية صلبة وسائل أسود ، بالإضافة إلى ٢٣ غازاً ، وكذلك يد كل ، ك٢ يد٣ كل ، ك٢ يد٥ كل ، ك٢ يد٢ كل٢ ، ك١ كل٢ ، ك٢ يد٤ كل٢ ، ك كل٤ وكلوريد الفينايل . وعن طريق قوانين الديناميكا الحرارية أمكن استنتاج وتصور لجميع المركبات الناتجة من حرق المبيدات والمركبات العضوية . ولقد وجد أن عدد جزيئات الهواء بالمواد اللازمة للحرق الكامل لمول واحد من المبيد يختلف باختلاف نوع المبيد ، ومثال ذلك : ٥٠ للميريكس ، و٥٥ للكابتان ، والتيميك ، والتوكسافين ، و ٦٠ مول للمانيب والميثايل باراثيون . والآن أصبح من المؤكد أن المحتوى الكربونى للمبيدات يتأكسد إلى ك أ٢ مع وجود كميات صغيرة من ك أ ، ويتحول المحتوى النيتروجينى إلى غاز النيتروجين وبعض الأكاسيد النتروجينية . ومعظم الأيدروجين الموجود فى جزيئات المبيدات يتحول إلى الماء وكلوريد الأيدروجين ، كما أن الكبريت يتحول إلى كب أ٢ ، كب أ٣ ، فيما عدا مبيد المانيب . والمحتوى الكلورينى يتحول إلى غازات كلوريد الأيدروجين والكلور . والمانيب هو الوحيد الذى ينتج مركبات صلبة على درجات الحرارة العالية . وعلى درجة حرارة ١٧٢٧°م يتأكسد المنجنيز إلى أكسيد المنجنيز الذى يتفاعل مع الأكاسيد الكبريتية الناتجة كغازات مكونًا كبريتات المنجنيز بعد التبريد . ويتحول الفوسفور فى مبيد الميثايل باراثيون إلى فوأ٢ ، فو٤أ١٠ على درجة حرارة ١٧٢٧°م ، وإلى فو٤أ١٠ على درجة حرارة ٥٢٧°م .

ولقد أثبتت الدراسات الحديثه ان التركيزات الفعلية لغاز أول أكسيد الكربون فى عادم السيارات تعادل تمامًا التركيزات عند حرارة الاحتراق ، عنه عند حرارة العادم . ولقد وجد أن أكاسيد النيتروجين تتكون بطريقتين . الأولى : أكسيد النيتروجين الجوى على درجة حرارة أعلى من ١٧٦٠°م ، كما فى المعادلات الثلاث التالية :

ن$_{٢}$ + أ ⟵ ن أ + ن   ن + أ$_{٢}$ ⟵ ن أ + أ   ن + يد أ ⟵ ن أ + يد

والطريقة الثانية تتمثل فى أكسدة نيتروجين المبيد نفسه . والثوابت الحركية المحددة لهذا التفاعل تماثل تلك المحددة لعملية الاحتراق . ولايمكن إغفال احتمالات وجود غازات أول أكسيد الكربون ، وأول أكسيد النيتروجين فى عوادم أفران الحرق ، وثبت نفس الشىء مع الكبريت الذى يتأكسد إلى كب أ$_{٢}$ ، وكب أ$_{٣}$. والأخير يتفاعل مع الماء مكونًا حامض الكبريتيك جدول (٦ – ٤) .

جدول (٦ – ٤) : نواتج احتراق بعض المبيدات المحتوية على الكبريت فى الهواء .

ناتج الاحتراق*	الميثايل باراثيون		التيميك	
	١٧٢٧°م	٢٧°م	١٧٢٧°م	٢٧°م
أ$_{٣}$	٣,٨٠×$١٠^{-١٠}$	١,٨٤×$١٠^{-٣١}$	١,٠٦×$١٠^{-١٠}$	٣,١٨×$١٠^{-٣٢}$
كب	٢,٨٥×$١٠^{-٩}$	لايوجد	٧,٢٤×$١٠^{-٩}$	لايوجد
يد كب	٥,٠٦×$١٠^{-١٠}$	لايوجد	١,٩٥×$١٠^{-٩}$	لايوجد
كب أ	١,١٦×$١٠^{-٥}$	لايوجد	١,٩٢×$١٠^{-٥}$	لايوجد
كب أ$_{٢}$	١,٥٢×$١٠^{-٢}$	٤,٣٧×$١٠^{-١٤}$	١,٦٥×$١٠^{-٢}$	٨,٢٧×$١٠^{-١٤}$
كب أ$_{٣}$	١,٦٨×$١٠^{-٥}$	١,٥٦×$١٠^{-٢}$	١,١٩×$١٠^{-٥}$	١,٦٧×$١٠^{-٢}$
م	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
م أ (كب)	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
م كب أ$_{٤}$ (كب)	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
فون	١,٦٣×$١٠^{-٨}$	لايوجد	لايوجد	لايوجد
ك أ	٩,٨٣×$١٠^{-٦}$	لايوجد	لايوجد	لايوجد
فوأ$_{٢}$	١,٤١×$١٠^{-٢}$	لايوجد	لايوجد	لايوجد
فو$_{٤}$أ$_{٦}$	٣,٠١×$١٠^{-٤}$	لايوجد	لايوجد	لايوجد
فو$_{٤}$أ$_{١٠}$ (كب)	لايوجد	٣,٩٢×$١٠^{-٣}$	لايوجد	لايوجد
فو$_{٤}$أ$_{١٠}$	٦,٠٠×$١٠^{-٨}$	٢,٧١×$١٠^{-٨}$	لايوجد	لايوجد

* كمية نواتج الاحتراق بالمول .

٤ – التخلص من كلورة المركبات الكلورينية Catalytic hydrodechlorination

تعتبر هذه الطريقة واحدة من الطرق المأخوذة فى الاعتبار لتحويل المبيدات الكلورينية وغيرها من المركبات المحتوية على الكلور إلى نواتج مقبولة من وجهة نظر البيئة . ولقد قام العديد من الباحثين بدراسات بهدف إجراء هذه التفاعلات على الـ د.د.ت ومشتقاته ، والأروكلور ، والبايفينيل ثنائى الكلور . وتناولت هذه التفاعلات الوسطين الغازى والسائل تحت ضغوط مختلفة (من ١ – ٥ بار) ، مدى واسعاً من درجات الحرارة (من ٢٠ – ٢٣٠°م) ، مع استخدام مواد مساعدة مختلفة ، مثل : النيكل ، والباليديوم . ولقد تضمنت المذيبات فى التفاعلات السائلة استخدام الإيثانول والزيلين كما استخدم أيدروكسيد الصوديوم ، وأيدروكسيد الكالسيوم ، وحامض الأيدروكلوريك كمواد مستقبلة . وسنتناول فى هذا الجزء التركيز على أخطر المبيدات الكلورينية ، مثل : الديلدرين ، والألدرين ، والتوكسافين .

وتشير كيمياء فقد الكلورة فى معظم المبيدات الكلورينية إلى حدوث تتابع فى هذه التفاعلات بعد بدايتها . وفى كل مرحلة تنزع ذرات كلور أكثر من المرحلة السابقة ، وبالطبع تحتاج المراحل الأولى لطاقة أكبر ، ثم تقل بالتتابع كما هو ثابت من قيم ثوابت التفاعل (K) . ويمكن بيان ذلك فيما يلى

ك٥٤ ، ك٤٣ ، ك٣ ، ك٢١ ، ك١٠

كل٥ ← كل٤ ← كل٣ ← كل٢ ← كل ← (+ يد٢ ، – يد كل)

وهذه التفاعلات تحدث فى مدى حرارى يتراوح من ٦٠ – ١٣٠°م ، وضغط أيدروجين ٥٠ بار فى وسط سائل من كحول الإيثانول مع وجود النيكل كعامل مساعد ، وأيدروكسيد الصوديوم كمستقبل للحامض .

DDT ← (– يد كل) ← DDE

ك كل٣ ؛ ك كل٢

وبالنسبة لمركب الـ د.د.ت يتحول وبسرعة إلى DDE فى وجود الصودا الكاوية . ولقد ثبت أن مركب DDE يمر بسلسلة معقدة من التفاعلات ، ولايقتصر الأمر على فقد الكلور الموجود على

الحلقات العطرية ، ولكن يتعدى التفاعل إلى فقد الكلور الأوليفينى ، وتتشبع الرابطة الزوجية كما يلى :

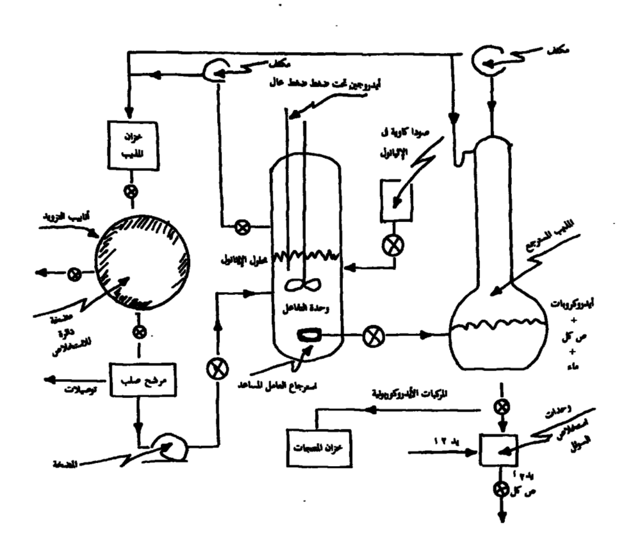
ويحدث تتابع لفقد الكلور من مركبى الألدرين والديلدرين فى الإيثانول تحت ضغط ٥٠ بار من الأيدروجين على درجة حرارة ١٣٠°م ، والصودا الكاوية كمستقبل للحامض فى وجود النيكل كعامل مساعد .

الدرين.

ولايمكن التخلص تمامًا من الكلورين فى هذين المركبين تحت الظروف المذكورة أعلاه .

ديلدرين

ومن الناحية التطبيقية لهذه التفاعلات صممت وحدات لتخليص المركبات المتعددة الكلور من الكلورين ، حيث تدفع المركبات الأصلية إلى وحدات الاستخلاص ، ويدفع فيها كحول الإيثانول الساخن ، ثم تضخ إلى وحدات التفاعل ، ويسترجع الإيثانول مرة أخرى بعد تنقيته ، ويعاد استخدامه ، ثم يضاف أيدروكسيد الصوديوم فى الإيثانول إلى وحدات التفاعل ، ويدفع الأيدروجين تحت ضغط فى وجود المواد المساعدة كالنيكل . وتتخذ كميات الصودا الكاوية المطلوبة للتعادل كدليل على معدلات خروج الكلور . والمركبات الثانية المحتوية على كلوريد الصوديوم ، والكمية الزائدة من الصودا الكاوية يتخلص منها بالغسيل بالماء . وفيما يلى رسم مبسط للجهاز الذى صمم للتخلص من الكلور شكل (٦ - ٤) .



شكل (٦ - ٤) : جهاز للتخلص من المركبات الكلورينية .

٥ – التفاعلات الكيميائية للتخلص من مخلفات المبيدات

Chemical treatment processes

هناك العديد من الطرق الكيميائية الخاصة لتكسير الكيميائيات الخطيرة بما فيها المبيدات ، وهى تشمل المعاملة البسيطة فى المحاليل باستخدام المواد القلوية ، أو الحامضية ، أو الكلورين ، أو الأكسجين ، أو الهيبوكلوريت ، كما قد تشتمل كذلك استخدام الحرارة والضغط . وقد أمكن تحطيم المبيدات الفوسفورية العضوية على سبيل المثال عن طريق التحلل القلوى . وبعض الطرق تسبب الانهيار الجزئى للمواد الفعالة ، وتنتج مواد وسيطة قد تقارب فى سميتها المبيد الأصلى ، أو قد تفوقه فى السمية . ومن أكثر الطرق شيوعًا ماتعتمد على الأكسدة ، وتعرف بطريقة زيمرمان Zimmerman process ، وهى تشمل أكسدة أى مركب عضوى فى محلوله السائل باستخدام الأكسجين الجوى تحت ضغط وحرارة كافية للعملية . وقد أمكن أكسدة بعض المخلفات بأكسدتها تحت درجات حرارة من ١٥٠ – ٣٤٠°م ، ومن ٤٥٠ – ٢٥٠٠°م ، ونتج عن هذه المعاملة ثانى أكسيد الكربون والماء خلال فترة تراوحت من ٣٠ – ٦٠ دقيقة . وقد تبقى فى المحلول رواسب تحتوى على الكبريت والنيتروجين والفوسفور فى صورة أملاح . وقد تترسب المعادن الثقيلة على صورة كبريتات ، أو فوسفات ، أو أكاسيد ، أو أيدروكسيدات ، أو تظل ذائبة فى المحلول .

ولم يمكن تقدير الكمية الفعلية التى تحطمت من المبيد واستعيض عن ذلك بالنسبة المئوية للنقص فى الكربون العضوى الكلى . كما حدث فى الدراسات عن الـ د.د.ت و ٤,٢ – د والبنتاكلوروفينول . وفى دراسة أخرى على مبيد الحشائش Ambien اتضح تحقيق تحطيم مقداره ٨٨ – ٩٩,٥٪ من المادة الفعالة بالأكسدة فى محاليل المبيد . ولقد أمكن تحطيم ١٠٠٪ من مخلفات مبيد الأترازين . ولقد أشار Adams وآخرون عام ١٩٧٦ إلى أن الأكسدة فى الوسط المبتل لبعض المخلفات الكيميائية (١٦٠,٠٠٠ لتر) قدرت ٠,٣٧ دولار/كجم من المادة الفعالة ، وهذا يتطلب استثماراً قدره ٢,٢ مليون دولار .

الأكسدة المبتلة لم تطبق على نطاق واسع فى تحطيم المبيدات ، وهذا يعزى إلى عدم توفر بيانات دقيقة عن النسبة المئوية لتحطيم وانهيار المواد الفعالة المحتوية عليها . ولقد استعيض عنها كما سبق القول بالنقص فى المحتوى الكلى للكربون . والسبب الثانى يتمثل فى أن معظم الدراسات تناولت نوعين من المبيدات ، هما : الكلورينية والأترازين .

ولقد استحدثت طريقة التحلل الكلورينى – الكلورة المفقودة عام ١٩٧٤ لتحطيم مبيدات الآفات وغيرها من المواد الكيميائية . وتتوقف درجات الحرارة والضغوط المستخدمة على طبيعة المواد المراد تحطيمها (أليفاتية – عطرية) . وتشير أحدث الطرق إلى أن الأيدروكربونات ومشتقاتها الأكسيجينية والكلورينية تتحول كلية إلى ك كل ٤ ، ك أ كل٢ ، يد كل عند ضغط أعلى من ٢٤٠ ضغط جوى ودرجة حرارة أعلى من ٦٢٠°م (Krekeler وآخرون عام ١٩٧٥) .

والمبيدات والمخلفات العضوية التى تحتوى على كبريت أو نيتروجين أو فوسفور قد تحدث تأثيرات ضارة على عملية التحلل الكلورينى . وعلى سبيل المثال : فإن وجود المبيدات المحتوية على كبريت أكثر من ٢٥ جزءًا فى المليون فى مسار تغذية وحدات التفاعل قد يحدث تآكلًا فى أنبوبة النيكل فى خزان التفاعل . وهناك سؤال يتمثل فى طبيعة المواد الوسطية التى تتكون ، وما إذا كانت تشمل ن كل٣ ، أو فوكل٣ ، أو فوكل٥ فى حالة استخدام طريقة التحلل الكلورينى فى تحطيم المبيدات المحتوية على النيتروجين أو الفوسفور . ولايوصى باستخدام هذه الطريقة للتخلص من المبيدات المعدنية العضوية قبل التأكد من نواتج التفاعل وإحكام المنافذ بما يمنع وصول العناصر الثقيلة على صورتها أو بعد تحولها إلى كلوريدات إلى البيئة . ومن حسن الحظ أن طريقة التحلل الكلورينى تفيد وبكفاءة عالية فى تحطيم والتخلص من المبيدات الكلورينية ، خاصة الحلقية من مجموعة السيكلودايين .

ولقد سبقت الإشارة إلى طريقة تحطيم الكيميائيات الخطيرة الموجودة فى صورة محاليل باستخدام الأوزون والأشعة فوق البنفسجية . ولقد أمكن تقليل مستويات المبيدات من التركيزات الأولية (أكثر من ٥٠ جزءًا فى المليون) حتى وصلت إلى أقل من ٠,٥ جزء فى المليون كما حدث مع مبيدات الفابام ، والبايجون ، والبنتاكلوروفينول . ولقد أشارت النتائج الخاصة بتحطيم بعض المبيدات الكلورينية ، والفوسفورية ، والكاربامات إلى تحقيق تكسير يقرب من ٩٩٪ ، وهذا يتوقف على حرارة المحلول ، وشدة الأشعة فوق البنفسجية ، وتيار الأوزون ، ومعدل التقليب ، وغير ذلك من العوامل الأخرى . وحتى عام ١٩٧٧ لم تكن هناك تقديرات عن تكاليف العملية وحجم الاستثمار المطلوب .

أجريت محاولات للتخلص من مخلفات بعض الكيميائيات السامة فى حاويات سفن النقل استخدام فيها الانهيار الكيميائى منفرداً ، أو مع الحرق فى الأفران ، وللأسف الشديد لم تكن النتائج مرضية تمامًا . ولقد اختير المذيب العضوى الهكسان لتخليص عبوات البلاستيك من مخلفات الميريكس ، لأن المذيبات الأخرى ، مثل : الميثيلين كلوريد ، ورابع كلوريد الكربون تتلف البلاستيك . وأدت المعاملة بالهكسان ١ ملليلتر/ ٦٠ سم٢ إلى إزالة ١٥٪ فقط من المركب . وتتوقف الكمية المزالة على الكمية الأصلية الملوثة للعبوات ، فقد أدى تغطيس البراميل لفترة وجيزة جدًا وبسرعة فى الميثيلين كلوريد إلى إزالة حوالى ٨١ – ٩٩٪ من المبيد ، ولكن التغطيس فى الهكسان لمدة دقائق أزال ٩٥ – ٩٨٪ من مركب الميريكس ، وتغطيسه مرة أخرى زاد المزال إلى ٩٩ – ٩٩,٩٪ من بطانة العبوات أو فى الشاحنات . ولم يفد هذا التكنيك فى حالة البراميل المصنوعة من الألياف ، حيث تحتاج إلى أربع تغطيسات للتخلص من ٨١٪ من الميريكس . ويفيد فى هذه الحالة الميثلين كلوريد . ولقد وضعت البدائل والحلول للتخلص من العبوات الملوثة بالميريكس ، وهى :

١ – حرق العبوات فى أفران ذات كفاءة لتحطيم مركب الميريكس .

٢ – إعادة الكرتونات إلى مصانع إنتاجها لإعادة استخدامها .

٦ – التخلص من المبيدات عن طريق التحلل الميكروبى والحيوى

Biodetoxification of pesticides

تتركز الدراسات الحديثة عن التحلل الحيوى لمبيدات الآفات فى معرفة انعكاس هذه العمليات على سمية المبيدات تحت ظروف التطبيق الميدانى والجريان فى البيئة . ويتحكم فى هذا الاتجاه العديد من العوامل المعقدة والمتداخلة ، خاصة ما تؤثر على الانهيار الميكروبى للمبيدات . ولقد أجرى العديد من الأبحاث المعملية عن الدور الذى تلعبه الميكروبات فى تحلل وسلوك المبيدات فى البيئة . ومن أهم الدراسات ذات الأهمية التطبيقية ما قام به العالم Munïecke فى ألمانيا الغربية ، وتمكن من خلاله من استخدام الباراثيون القابل للاستحلاب كمصدر للكربون والطاقة لمزارع ميكروبية تحتوى على العديد من الميكروبات النامية فى القمامة والتربة والمياه . وبعد ٣٦ يومًا وصل النمو فى المزرعة الميكروبية الحد الأقصى فى محلول يحتوى على ٥٠٠٠ جزء فى المليون باراثيون . ولم تتأثر الميكروبات إلا عندما رفعت التركيزات إلى ١٠٠٠٠ جزء فى المليون ، مما أدى إلى نقص النشاط . وهذا التركيز العالى يماثل ما حدث عند غسل أوانى الرش ، أو فى المحلول الناتج من غسل خزانات طائرات الرش بهذا المبيد . ولقد ثبت حدوث ثلاثة مسارات حيوية كيميائية لمهاجمة الباراثيون بواسطة البكتيريا تحت ظروف هوائية عادية ، أو نقص قليل فى الأكسجين ، وأمكن معرفة الدور الفعال لخمسة تحت أنواع من بكتيريا Pseudomonas ، علاوة على أنواع Brevibacterium ، و Azotomonas ، و Xanthomonas . وكان أعلى معدل انهيار هو ٥٠ مللجم باراثيون لكل لتر فى الساعة .

ولقد ثبت أن نجاح المستعمرة الميكروبية يتوقف جزئيًّا على مقدرتها على إنتاج الإنزيمات المحللة للباراثيون Parathion hydrolase . ولقد أمكن عزل الإنزيم من الخلايا النشطة ، وثبت أنه يتحمل درجات الحرارة العالية (٥٥°م لمدة ١٠ دقائق ، دون فقد النشاط) ، ويمكن استخدامه كمادة مناسبة للتفاعل . ولقد أمكن تحليل سبعة مركبات فوسفورية من بين ثمانية اختبرت بفعل المزارع البكتيرية ، ولم يكن فى الإمكان تحليل مركب اللبياسيد . وتحدث التفاعلات الميكروبية ٢٠ مللجم بروتين/لتر أسرع بدرجات تتراوح من ١ : ٣٠٠ مرة مثل التفاعلات الكيميائية التى يستخدم فيها محلول الصودا الكاوية بتركيز أو عيارى . ويمكن تلخيص النتائج التى أسفرت عنها هذه الدراسة فى النقاط التالية :

١ – تحلل الباراثيون ميكروبيًّا إلى أحماض الفوسفوريك والفينولات .
٢ – أمكن تحليل ستة مركبات فوسفورية عضوية أخرى بالمزارع الميكروبية .
٣ – أمكن عزل الإنزيم المسئول عن تحليل الباراثيون ، وثبتت مقدرته على البقاء خارج الخلايا الأم .

وتتضافر الجهود لإيجاد نظام يسمح بالتخلص من مخلفات المبيدات الفوسفورية وغيرها من المياه والأوانى والعبوات باستخدام التحلل الميكروبى بطاقة ١٠٠٠ لتر/ساعة . ومازالت الجهود مستمرة

لمعرفة احتمال نجاح الميكروبات فى الأقلمة تحت الظروف البيئية المختلفة ، ونجاحها فى القيام بالدور المطلوب ، نظرًا لتداخل العديد من العوامل فى هذا الخصوص .

٧ – محاولات لإزالة مخلفات الديلدرين من الأنسجة الحيوانية Dieldrin Elimination

بدأت محاولات تقليل أو إزالة مخلفات مبيد الديلدرين من الأنسجة الحيوانية المحتوية عليه بعدما وجدت كميات أكبر من المسموح بوجودها فى دهون الديوك الرومى فى ولاية داكوتا الشمالية عام ١٩٧٤ . وفى بعض الحالات يظل الديلدرين كما هو فى الجسم ، حيث يخزن فى الأنسجة الدهنية ، وفى حالات أخرى يحدث له إخراج تدريجى على الصورة الأصلية ، أو نواتج تمثيلها . وتحدث هذه الحالة التى تؤدى إلى التخلص من السم تمامًا خلال ٦ أسابيع فى الفئران ، أو ٢٢ – ٢٦ أسبوعًا فى الدجاج . وهذه الحالات قد تحدث مع العديد من المبيدات الكلورينية الحشرية الثابتة . ولقد لاحظ الباحثان Heath & Vandekar عام ١٩٦٤ أن كمية الديلدرين أو نواتج تمثيله تزداد فى البراز الخاص بالفئران خلال فترات التجويع المتقطعة . وعلى العكس من ذلك .. يتجمع الديلدرين وممثلاته فى الأنسجة الدهنية للفئران التى غذيت عليها قبل التجويع . وفى أوائل الستينيات وجدت الألبان المأخوذة من العديدمن مزارع الألبان فى ولاية ميريلاند محتوية على كميات زائدة من مبيد الهبتاكلور المأخوذ من العلائق الخضراء الملوثة . وفى هذا الوقت أعلن بعض الباحثين أنه يمكن التخلص من مخلفات الهبتاكلور عن طريق تجويع البقر ، ولكن – للأسف – لم يختبر مدى كفاءة هذه العملية .

ولقد قام Cook وزملاؤه فى جامعة ميتشجان باستخدام الشاركول مخلوطًا مع الفينوباربيتال لإزالة مخلفات الديلدرين من الأبقار . ولقد ثبت أن التغذية على الشاركول تؤدى إلى زيادة كمية الديلدرين فى البراز ، كما لوحظ أن الفينوباربيتال يسرع ويزيد من نشاط إنزيمات الأكسدة (MFO) فى الأبقار . ولم يحاول الباحث استخدام مركب الفينوباربيتال منفردًا للتخلص من الديلدرين ، ولكنه استخدم مخلوطًا بالكربون فى مزرعة الأبقار الملوثة بالديلدرين . ولقد ثبت أن اللبن الناتج من الأبقار التى عوملت بالفينوباربيتال والفحم يحتوى على كميات من الديلدرين أقل من اللبن الناتج من الأبقار غير المعاملة . ولقد ثبتت كفاءة الشاركول فى تقليل كمية الديلدرين التى تتجمع فى أنسجة جسم الفئران ، ولكن إذا تجمع المبيد ، فإن دور الشاركول يكون قليلًا فى التخلص من الديلدرين .

ويمكن التنويه إلى أهمية إجراء دراسة للتأكد من خلو لحوم الدجاج والأبقار المصرية والمستوردة من مخلفات المبيدات . وإذا ثبت احتوائها على مخلفات أكبر من الحدود المسموح بتواجدها كما أقرتها المنظمات الدولية ووكالة حماية البيئة الأمريكية EPA ، كان من الضرورى إيجاد الوسائل لتخليص هذه اللحوم من المخلفات ، إما بعمل نظام تجويع معين ، أو بإضافة بعض الكيميائيات التى تذيبها وتفرزها مع البراز .

القســم الثانــى

طرق مكافحة الآفات بين القديم والحديث

الفصل الأول : التقيم الحيوى للمبيدات
الفصل الثانى : المكافحة الزراعية
الفصل الثالث : المكافحة الحيوية
الفصل الرابع : المكافحة الميكروبية
الفصل الخامس : المخاليط والمنشطات
الفصل السادس : مبيدات البيض
الفصل السابع : مانعات التغذية
الفصل الثامن : المكافحة الذاتية
الفصل التاسع : المكافحة السلوكية
الفصل العاشر : منظمات النمو الحشرية
الفصل الحادى عشر : مثبطات التطور الحشرية
الفصل الثانى عشر : منظمات ومثبطات النمو فى الحشرات (المقاومة ــ المستقبل)

الفصـــل الأول

التقييم الحيوى للمبيدات

أولاً : التحضير لتجارب التقييم الحيوى
ثانياً : طرق المعاملة
ثالثاً : تمثيل نتائج التقييم الحيوى للمبيدات
رابعاً : أهمية تقدير الإستجابة الكمية .
خامساً : الحصول على نتائج لتقييم الإستجابة الكيفية
سادساً : الطرق الإحصائية لعرض نتائج التقييم الحيوى
سابعاً : العوامل المؤثرة على التقييم الحيوى
ثامناً : بعض العلاقات والمتغيرات المرتبطة بخطوط السمية
تاسعاً : التقييم الحيوى لبعض الاتجاهات الحديثة فى المكافحة
عاشراً : تصميم التجربة الحقلية

الفصــل الأول

التقيم الحيوى للمبيدات

Biological assessments (Bioassay) of Pesticides

تتباين الكائنات الحية فى حساسيتها تجاه المبيدات الكيميائية ، ولذا تجرى تجارب التقييم الحيوى بغرض تقدير الجرعة المؤثرة لآفة ما ، أو بغرض تقدير تركيزات مخلفات مبيد ما بيولوجيا . ويعرف التقيم الحيوى بأنه تقدير فاعلية مؤثر ما من خلال تفاعله مع النظام الحيوى ، أو هى طريقة تحديد العلاقة بين عامل نشط حيويا ، والتأثير الذى يحدثه فى كائن حى معين .

والتقيم الحيوى عبارة عن مجموعة من الاختبارات المحددة يستخدم فيها الكائن الحى كأداة بيولوجية لتقيم فعل كمية معينة من المادة . وفى العادة تبدأ هذه الاختبارات فى المعمل لإجراء التقيم الأولى على مجموعة كبيرة من المركبات ، ثم يختار أكثرها كفاءة لإجراء الاختبارات الحقلية . وإذا أعطت الاختبارات الحقلية مؤشرات واضحة لإمكانية تطبيق مبيد كيميائى معين يلزم إجراء الدراسات التوكسيكولوجية للتحقق من مدى نجاح استخدام هذه المركبات بأمان فى البيئة . وتختلف طريقة التقيم الحيوى باختلاف الآفة المراد مكافحتها ، حيث تفضل الأيروسولات للحشرات الطائرة (الذباب المنزلى) ، كما يفضل الغشاء الرقيق المتبقى Residual Film على أسطح النبات عند تقيم كفاءة المبيدات ضد طورى البيضة واليرقة .

وفى معظم تجارب التقيم الحيوى تتعرض الآفة لجرعة واحدة من المبيد ، وذلك لقياس التسمم الحاد للمبيد Acute Poisoning ، وهذا قد يختلف عن الطبيعة ، حيث تتعرض الآفة لجرعات صغيرة من المبيد على فترات طويلة ، وهو ما يطلق عليه التسمم المزمن ، ويصعب قياسه لأن التأثير فى هذه الحالة يحكمه حجم كل جرعة على حدة - الفترات بين التعريض - معدل امتصاص المبيد - مدى تمثيل وإفراز المبيد . ويعتبر التسمم المزمن عنصرا هاماً جدًا ، خاصة بالنسبة للمبيدات التى تتميز بالثبات فى البيئة ، وبالتالى تزداد خطورة التعرض المستمر لمتبقياته . وهنا تلزم دراسة تأثير الجرعات تحت المميتة على سلوك ونسبة إبادة الآفة وأعدائها الحيوية .

أولاً : التحضير لتجارب التقيم الحيوى

تجرى الاختبارات المعملية لتقيم الكفاءة الإبادية لمبيد معين بغرض تقدير مدى استجابة الكائن الحى المختبر تحت ظروف نموذجية يختفى فيها تأثير العوامل الأخرى ، ماعدا تأثير المبيد مجال التقيم ، ولذا فهناك مجموعة من الخطوات التحضيرية يلزم اتباعها بكل دقة حتى نصل إلى التقيم الحقيقى لفاعلية المبيد محل الدراسة . وتتلخص هذه الخطوات فيما يلى :

١ – المحافظة على أو تربية الحشرات **Maintenance of insects**

من الضرورى توفر أعداد كبيرة من السلالة الحشرية المختبرة فى المعمل ، حتى يمكن إجراء الاختبار الحيوى ضد الآفة مجال الدراسة ، ولذا يلزم وجود طريقة التربية النموذجية للآفة ، وذلك بتوفير أفضل الظروف لنموها وتكاثرها من حيث درجة الحرارة ، ونسبة الرطوبة المثلى ، وكمية وشدة الإضاءة ، ومعدل التزاحم ، والغذاء المفضل . وقد يكون هذا الغذاء مماثلاً تماماً لغذائها فى الطبيعة ، ويطلق عليه الغذاء الطبيعى Natural Food ، أو قد يصنع هذا الغذاء ، بحيث يحتوى على جميع الاحتياجات الغذائية للحشرة ، ويطلق عليه الغذاء الصناعى Artificial diet ويتكون من الكربوهيدرات ، والبروتين ، والدهون ، والماء ، والأملاح ، والفيتامينات بالكميات والنسب النموذجية . وتوجد فى معامل التربية الملحقة بمعامل التقيم الحيوى سلالات حساسة قياسية لأهم الآفات يتم المحافظة عليها بعيداً عن التعرض للمبيدات ، وتتخذ كأساس للمقارنة لمعرفة مستوى مقاومة أى سلالة حقلية لفعل مبيد ما .

٢ ــ اختيار الأفراد للتقيم الحيوى **Selecting individuals for bioassay**

تتطلب تجارب التقيم الحيوى وضع مقاييس معينة للكائن الحى المختبر . ويلزم عند اختيار الأفراد مراعاة تجانسها من حيث التماثل فى العمر ، والطور ، والوزن ، والتغذية ، وطريقة التربية . ولذلك يجب استبعاد الحشرات المريضة أو المشوهة ، وكذا الأفراد الحديثة الانسلاخ ، أو تلك التى تعد نفسها للانسلاخ . ويجب أن يتم اختبار التقيم الحيوى على الأطوار التى تتم مكافحتها ، وأن يكون الاختبار على عدد كبير من الأفراد حتى يقل مدى الخطأ فى النتائج .

٣ ــ تحضير محاليل المبيدات **Preparation of pesticide solutions**

يحضر محلول المبيد بإذابة وزن معين من المبيد النقى فى حجم مناسب من المذيب (وزنية ــ حجمية) . وتجرى هذه العملية على عدة خطوات تبدأ بوزنة كبيرة من المبيد فى حجم قليل من المذيب ، وتسمى المحلول الأصلى Stock Solution ، ومنها تجرى التخفيفات المختلفة من هذا المحلول باستخدام نفس المذيب ، على أن تكون هذه التركيزات متدرجة . وفى العادة تكون هذه التركيزات متضاعفة أى ١ ــ ٢ ــ ٤ ــ ٨ ــ ١٦ ، بحيث لايقل مستوى التضاعف بين أقل وأعلى تركيز عن ٤ ــ ٦ . ويجب ألا يقل عدد التركيزات عن ٤ لكل مبيد .

يتم اختيار المذيب وفقاً لنوع المبيد وطريقة المعاملة ، حيث تستخدم المذيبات الطيارة عند معاملة الحشرات قمياً أو عند تغطية الألواح الزجاجية بمتبقى المبيد . ويلزم أن يكون الحجم المستعمل من المذيب ثابتاً مع تغيير تركيز المبيد ، حتى لايكون لحجم المذيب تأثير على معدل نفاذية المبيد داخل جسم الحشرة . كما يجب أن تعامل الحشرات المقارنة Check بحجم مماثل من المذيب فقط . وتستخدم المحاليل الفسيولوجية والماء كمذيب فى حالة المعاملة بالحقن . وتعتبر المذيبات العضوية من أهم المذيبات المستخدمة فى تحضير المبيدات ، مثل : الأسيتون ، والزيلين ، وكحول الإيثايل ، والبنزين . ويعتبر الأسيتون أفضل هذه المذيبات لمعظم المبيدات ، وذلك لسرعة تطايره وتبخره من على السطح المعامل فى ثوان قليلة . ويجب أن تتوفر فى المذيب الصفات التالية :

١ ــ الحجم المستعمل من المذيب غير ضار بالآفة .

٢ ــ للمذيب صفة التخلل والانتشار .

٣ ــ غيرقابل للاشتعال تحت ظروف المعمل .

٤ ــ أن يكون على درجة عالية من النقاوة ، حتى لايسبب موت الحشرات .

٥ ــ له صفة الإذابة الكاملة للمبيد .

٤ ــ التخدير Anesthetization

يتم تخدير الحشرات قبل المعاملة بغرض تسهيل إجراء المعاملة ، ذلك فى الحشرات النشيطة ، مثل الحشرة الكاملة لذبابة الفاكهة أو الصغيرة الحجم . وقد لايتطلب الأمر إجراء عملية التخدير فى الحشرات البطيئة الحركة ، مثل يرقات دودة ورق القطن . ويجرى التخدير باستعمال الكيميائيات ، مثل : الإيثير ، والكلوروفورم ، وثانى أكسيد الكربون ، أو بتعريض الحشرة لدرجات حرارة منخفضة (التبريد) . وتجب معرفة الأثر الجانبى للتخدير على الحشرة قبل إجراء المعاملة ، حتى يمكن التوصيل إلى طريقة تخدير لاتؤثر على النتائج المتحصل عليها .

٥ ــ الاختبارات الأولية Preliminary tests

تجرى هذه الاختبارات لمعرفة حدود التركيزات التى يمكن استخدامها لقياس كفاءة المبيد الإبادية ضد الآفة المختبرة . وتقع هذه الحدود غالباً بين التركيز الذى يعطى صفراً ٪ إبادة ، و ١٠٠٪ إبادة .قد جرت العادة فى اختبارات التقييم الحيوى أن تكون حدود التركيزات محصورة مابين ٢٠٪ ،و ٩٠٪ ، وهذه تعتبر إلى حد كبير حدوداً نموذجية لإجراء الاختبارات المطلوبة .

٦ ــ المكررات Replicates

كلما ارتفع عدد الحشرات المختبرة ، زادت الثقة فى النتائج المتحصل عليها ، وبالتالى يقل الخطأ التجريبى . وعادة يستخدم ١٠ أفراد فى كل تركيز ، وتكرر على الأقل ثلاث مرات . ومن

الضرورى أن يتم إجراء الاختبارات على المكررات فى وقت واحد ، أو بعد عدة أيام على أكثر تقدير .

٧ ـــ المقارنة Untreated check

لابد من وجود المقارنة (الأفراد غير المعاملين عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى ، حيث إن نسبة الإبادة المتحصل عليها نتيجة المعاملة بالمبيد Observed mortality لاترجع للمبيد وحده ، وإنما ترجع إلى عوامل أخرى ، مثل : الموت الطبيعى Natural mortality ، ولذلك يجب توافر حشرات غير معاملة لتصحيح النتائج ، حتى يمكن ربط نسبة الإبادة بتأثير المبيد وحده . وتعامل المقارنة مثل المعاملات الأخرى ماعدا المبيد . وإذا حدث موت فى تجربة المقارنة يتم تصحيح النتائج وفقاً لمعادلة Abbott عام (١٩٢٥) للحصول على نسبة الموت المصححة Corrected mortality .

$$\text{نسبة الموت المصححة} = \frac{\text{٪ موت فى المعامل} - \text{المقارن}}{\text{١٠٠} - \text{المقارن}} \times \text{١٠٠}$$

وعموماً إذا زادت نسبة الموت فى المقارنة عن ١٠٪ تلزم إعادة تقييم التجربة مرة أخرى .

ثانياً : طرق المعاملة Methods of application

هناك الكثير من طرق معاملة الحشرات والحلم والقراد بالمبيدات الكيميائية . ويتوقف اختيار الطريقة على نوع الآفة المختبرة ، والإمكانيات المتاحة ، والطور المعامل ، وطبيعة تأثير المبيد على الحشرة ، ومستوى الدقة المطلوبة . وتشترك جميع الطرق فى ضرورة تثبيت درجات الحرارة والرطوبة النسبية أثناء فترة الاختبار (٢٤ ساعة فى العادة) ، وكذا ضرورة توفر الغذاء . ومن أهم الطرق المتبعة فى معاملة الآفات بالمبيدات الكيميائية عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى مايلى :

١ ـــ المعاملة القمية Topical application

ويتم فى هذه الطريقة وضع قطرة صغيرة من المبيد على السطح الخارجى لجسم الحشرة . ويختلف مكان وضع المبيد على جسم الحشرة حسب نوعها وحجمها والطور المستعمل . وعموماً .. يوضع المبيد على منطقة الصدر ، ويتراوح حجم القطرة من ١ر٠ ـــ ١٠ ميكروليتر . ويختلف حجم القطرة باختلاف حجم الحشرة المعاملة ، والعلاقة بينهما إيجابية . وتمتاز هذه الطريقة بسهولة ودقة نتائجها ، وقلة تكاليفها ، وإمكانية معاملة أعداد كبيرة من الحشرات . وهناك كثير من الأجهزة المستعملة لهذه الاختبارات الموضعية ، مثل استخدام الماصات الدقيقة Micro pipettes . وقد تكون أكثر تعقيداً ، مثل استخدام جهاز المعاملة الدقيق Micro-applicator المزود بالمحاقن الدقيقة Microsyringe . وأفضل هذه المحاقن نوعاً Aiga ، و Hamilton . وقد تعمل أجهزة المعاملة الدقيقة يدوياً أو آلياً . وفى جميع الحالات يلزم أن يكون المذيب المستخدم سريع التطاير ، ويتميز بدرجة الإذابة العالية وسرعة الانتشار .

٢ ـــ الحقن Injection

فى هذه الطريقة تجرى عملية حقن محلول المبيد داخل جسم الحشرة . وتمتاز هذه الطريقة بأنها الوسيلة الوحيدة التى يتم فيها التحكم فى تركيز المبيد الذى يدخل جسم الحشرة . وتمتاز هذه الطريقة بأنها الوسيلة الوحيدة التى يتم فيها التحكم فى تركيز المبيد الذى يدخل جسم الحشرة بدقة . ومن عيوبها صعوبة إجرائها ، واحتمال حدوث نزيف للحشرة نتيجة الحقن ، وصعوبة تطبيقها على أعداد كبيرة من الحشرات . وعموماً .. يتم الحقن فى الغشاء بين الحلقى ، مثل الصرصور الأمريكى ، أو فى الأرجل الأمامية ليرقات حرشفية الأجنحة . ويتم الحقن باستخدام محقن طبى مزود بإبرة حادة تلافيا لحدوث النزيف . وغالباً مايكون المذيب المستخدم فى هذه الحالة هو الماء ، أو أى محلول فسيولوجى ، حتى لايكون للمذيب أى تأثير جانبى ضار عند الحقن .

٣ ـــ التعرض لمتبقى المبيد Exposure to pesticide residual film

يمكن إجراء بعض اختبارات التقييم الحيوى البسيطة باستخدام متبقى المبيد ، وذلك بتحضير محلول المبيد وتخفيفه بالمذيب المناسب على صورة تركيزات متدرجة متضاعفة (٢ ـــ ٤ ـــ ٨ ـــ ١٦ ـــ ٣٢) . وقد يحتوى المذيب على جزء واحد من مذيب غير متطاير ، مثل زيت الريسيلا (Risella 17) ، بالإضافة إلى أربعة أجزاء من مذيب متطاير ، مثل الإيثير البترولى . ويتم وضع حجم صغير من محلول المبيد (حوالى نصف ملليلتر) على ورق ترشيح يوضع على سطح لايمتص المبيد . ويمكن تجهيز ٤ مكررات على الأقل من كل معاملة . ويتم تعليم ورق الترشيح لحفظ الحشرات على السطح المعامل ، أو وضع طبق بترى إذا كان سطح الطبق مجهزاً بحيث يسمح بمرور تيار الهواء ، حتى يمكن تفادى فعل المبيد كمدخن . ويمكن ملاحظة موت الحشرات على فترات حتى نهاية المدة المحددة للتقييم . ولو أن فترة التقييم الحيوى تنتهى من الوجهة التطبيقية بعد ٢٤ ساعة ، حيث إن هذه الفترة كافية للحكم على كفاءة المبيد ، مع العلم بأن هناك بعض المركبات الحديثة ، مثل منظمات النمو فى الحشرات تحدث تأثيرها بعد انسلاخ الحشرة وهذه المركبات تحتاج إلى فترة أطول للحكم عليها . وعموماً .. تمتاز هذه الطريقة بسهولة إجرائها ، وإمكانية معاملة أعداد كبيرة من الحشرات ، وتعيبها صعوبة معرفة تركيز المبيد الذى تلتقطه الآفة المعاملة .

٤ ـــ الغمر Immersion (Dipping)

أحياناً يتطلب الأمر استخدام طريقة بسيطة لمقارنة المبيدات . ويمكن إجراء ذلك بغمر الحشرة تماماً فى محلول المبيد لفترة معينة غالباً ما تكون بين ٥ ـــ ١٠ ثوان . ويجب أن تكون فترة الغمر ثابتة ، حيث إن زيادتها تؤدى إلى زيادة نسبة الإبادة للمبيد . وتجرى هذه الطريقة لمعاملة أنواع معينة من الآفات ، مثل آفات الحبوب المخزونة ـــ والمن ـــ والقراد والحلم . ولاتنجح طريقة الغمر بالنسبة لليرقات التى تتغذى على المجموع الخضرى للنبات . وعموماً .. تصلح هذه الطريقة ضد الأطوار الساكنة فى الحشرات ، وهما طورا البيضة والعذراء وقد أشار Voss عام ١٩٦١ ، و Dittrich عام

١٩٦٢ إلى استخدام طريقة غمر السطح Slide- dip technique لمعاملة الحلم ، ويتم ذلك بوضع شريط لاصق من السطحين على شريحة زجاجية ، ثم تنقل إليه أفراد الحلم ، ويتم ذلك بوضع شريط لاصق من السطحين على شريحة زجاجية ، ثم تنقل إليه أفراد الحلم باستخدام فرشاة ناعمة ، بحيث يكون سطحها الظهرى لأسفل ، وتغمر الشريحة لمدة خمس ثوان فى تركيز المبيد ، ثم تجفف الشريحة قبل حفظها على درجة حرارة ثابتة (٢٧° م) ، ونسبة رطوبة ٩٥٪ ويمكن معرفة الأفراد الحية تحت المجهر بملامسة سطح الحلم بالفرشاة . ويعتبر الفرد حيًّا عند تحركه ، وتسجل نسب الموت بعد ٢٤ ، ٢٨ ، ٧٢ ساعة من المعاملة . وبنفس الكيفية يمكن إجراء هذه الطريقة على حشرات المن . وتمتاز هذه الطريقة ببساطة تنفيذها ، وإمكانية معاملة أعداد كبيرة من الحشرات ، وتعيبها صعوبة معرفة كمية المبيد الذى تلتقطه الآفة المعاملة ، وكذا تأثير الغمر فى المذيبات على الحشرات المعاملة ، أو التأثير الراجع إلى عامل الغرق وحده .

٥ ـــ رش الأسطح Sprayed surfaces

تعتبر هذه الطريقة أقرب الطرق المستخدمة للتطبيق الحقلى ، وتمتاز عن الرش الحقلى بإمكانية التحكم فى الظروف المعملية . وترش الحشرات مباشرة بالمبيد ، أو ترش أوراق النبات بالمبيد ، ثم تنقل إليها الحشرات بعد ذلك . وهناك كثير من الأجهزة المستخدمة فى هذه الطريقة ، مثل : الأجهزة التى تعطى الضباب المتساقط Setting fog ، أو الأجهزة التى تعطى قطرات رش دقيقة Spray tower ، (برج الرش) ، وهذا الجهاز مصمم بحيث يعطى راسباً متجانساً على السطح المعامل ، ويقلل كمية المبيد المتبقى على الجوانب ، كما يقلل اضطراب محلول الرش أو مستوى تعكيره . وأهم أجهزة الرش الدقيقة أو أبراج الرش هو برج بوتر Potter tower . ويتكون الجهاز من بشبورى Atomizer متصل بأنبوبة معدنية صغيرة تعمل كمخزن لمحلول المبيد . ويعمل البشبورى عند إدارة الجهاز على تجزئة محلول المبيد إلى قطرات دقيقة متماثلة فى الحجم ، وتوزع بانتظام على المساحة المعرضة والمحمولة على قرص دائرى فى أسفل البرج . وغالباً ماتكون قطرات الرش ذات شحنات إلكتروستاتيكية لتفادى تأثير الترسيب . وعند تعذر وجود الجهاز يمكن استخدام وسيلة الرش باستخدام رشاشات يدوية صغيرة ، وتعيبها صعوبة المعاملة بدقة .

٦ ـــ التعفير الدقيق Precision Dusting

تستخدم هذه الطريقة عند معاملة المبيدات فى الحالة الصلبة (تعفيراً) ، وذلك بغمس الآفة فى مسحوق المبيد (تتميز هذه الطريقة بالسرعة وتعيبها قلة الدقة) ، وهى مشابهة لغمر محاليل المبيدات . وقد تتم المعاملة بتعريض الآفة لسحابة من المسحوق أو لطبقة مترسبة منه (أكثر دقة) . وتستخدم أجهزة خاصة فى الحالة الأخيرة Setting tower ، وهى عبارة عن بشبورى وبرج للتعفير ، حيث يخرج مسحوق المبيد من البشبورى بواسطة الضغط الهوائى إلى البرج ، فتوزع سحابة المسحوق على المساحة المعرضة ، والتى تحتوى على الحشرات المراد معاملتها .

٧ ــ طريقة التغذية Feeding technique

عند استخدام السموم المعدية يحدث الموت فى الحشرات نتيجة تناول متبقى المبيد على السطح المعامل . ويتأثر معدل الموت بالكمية من الغذاء التى تم تناولها ، وعلى ما إذا كان للمبيد الحشرى المعامل أى تأثير ملامس بجانب تأثيره المعدى . وعموماً .. تستخدم طريقة التغذية عند التقييم الحيوى للمبيدات المعدية . وقد تتغذى الحشرة على المبيد فى صورة سائلة ، حيث تتعرض الحشرة لكمية معلومة من سائل المبيد ، ويمكن معرفة الكمية التى تناولتها الحشرة ، وهى تمثل الفرق فى حجم السائل قبل وبعد الاختبار ، ومع الأخذ فى الاعتبار حساب نسبة التبخير ، وتستخدم هذه الطريقة فى حالة الفراشات . أما بالنسبة للحشرات التى تتغذى على عصارة النبات ، مثل المن ، والعنكبوت الأحمر ، أو دم الحيوان ، مثل البعوض ، فيمكن فصل محلول المبيد عنها باستخدام غشاء رقيق ، حيث تنجح الحشرة فى ثقب الغشاء وامتصاص كمية معلومة من محلول المبيد .

وفى حالة الحشرات ذات أجزاء القم القارض ، والتى تتغذى على أوراق النبات تستخدم طريقة السانلويتش Sandwitch technique ، وذلك بإضافة كمية معلومة من المبيد بين قرصين من أوراق النبات ، وتقدم للحشرة بعد تجويعها قبل المعاملة ، وتترك الحشرة للتغذية عليها ، ويحسب المستهلك من المبيد بعد معرفة مساحة الجزء المتبقى من القرص . وقد نجحت هذه الطريقة فى تقييم المبيدات الحشرية ضد يرقات حرشفية الأجنحة ، خاصة دودة ورق القطن .

٨ ــ خلط المبيد مع البيئة الغذائية Mixing with food medium

وتعنى هذه الطريقة وضع المبيد بحيث يكونِ محيطاً بالآفة داخل البيئة الغذائية ويعمل المبيد فى هذه الحالة كسم بالملامسة ، أو عن طريق المعدة أو الجهاز التنفسى ، أو بأكثر من طريقة . وتجرى هذه الطريقة عند إجراء التقييم الحيوى للمبيدات ضد حشرات الحبوب المخزونة ، وحشرات التربة ، ويرقات البعوض والذباب ، وبعض الحشرات آكلة الملابس أو السجاد ، وناخرات الأخشاب .

٩ ــ التدخين Fumigation

تستخدم هذه الطريقة فى حالة المبيدات الغازية ، والتى تحدث الموت للحشرات من خلال تأثيرها على الجهاز التنفسى وهى تسلك طريقها خلال الفتحات التنفسية وصولاً للهدف الذى قد يكون نظاماً إنزيمّياًمعيناً له علاقة بعملية التنفس . ويحسن فى هذه الطريقة إبقاء الحشرات على درجة حرارة المعاملة قبل إجراء الاختبار بحوالى ٢٤ ساعة ، وذلك ضماناً لعدم تأثير درجة الحرارة على فاعلية المبيد ، أو مستوى حساسية الحشرة للمبيد . وبعد تعريض الحشرات للمبيد الغازى إلى وعاء خاص ، ثم تقدر نسبة الإبادة بعد ٢٤ أو ٤٨ ساعة . ويتم تخلل وانتشار المبيد الغازى داخل الحيز الموجودة به الحشرات المراد معاملتها بالضغط ، أو نتيجة تفريغ الهواء . وهناك أجهزة خاصة للتحكم فى الضغط ، بحيث تعطى تياراً ثابتاً من الغاز خلال فترة المعاملة ، كما أن هناك غرفاً خاصة للتدخين ، بعضها معقد للغاية من حيث نظم تشغيله وكيفية دخول الغاز وإخراجه ، وكذا التهوية بعد المعاملة .

ثالثاً : تمثيل نتائج التقيم الحيوى للمبيدات

بعد إعداد نتائج التقيم الحيوى للمبيدات يقوم الباحث بعد ذلك بتحليل النتائج إحصائيا ، حتى يمكن التوصل إلى اتجاهات معينة ، واستنتاج الدلالات التى تخدم الهدف . ويعمل التحليل الإحصائى على اختزال مجموعة البيانات الضخمة إلى مجموعة بسيطة من الأرقام يمكن الخروج منها بنتائج واضحة ومحددة . ويجب على الباحث الحذر من التبسيط الزائد للنتائج ، حتى يمكن استخلاص أكبر قدر ممكن من القيم والمعلومات .

رابعاً : أهمية تقدير الاستجابة الكمية

The importance of quantal response assessment

هناك كثير من الدراسات والأبحاث التى تختص بمقارنة كفاءة مجموعات مختلفة من المبيدات ضد آفة ، أو مقارنة حساسية عدة أنواع من الآفات لمجموعة من المبيدات ، أو دراسة الاختلاف فى مستوى استجابة عدة سلالات لنوع واحد من الحشرات تجاه مبيد ما . وفى جميع الحالات نجد أن أفضل طريقة للمقارنة هى التى تعتمد على معرفة الجرعات التى تحدث الأثر السام المتساوى Equitoxic doses . وقد أشار Finney عام ١٩٦٣ إلى وجود ثلاث طرق رئيسية لتقيم السموم بغرض معرفة مستوى الجرعات السامة الحرجة Critical doses ، وهذه الطرق هى :

١ ــ التقيم المباشر Direct assay

وتعتمد على قياس الجرعات الضرورية لقتل مجموعة أفراد من حيوان ما ، أو لتظهر مستويات معينة من التسمم خلاف القتل . وتتطلب هذه الطريقة استخدام جرعات متزايدة من المبيد الكيميائى ، حتى يمكن الوصول إلى النقطة الحرجة . وقد تصلح هذه الطريقة ضد الحيوانات الكبيرة ، ولكنها غير عملية ضد الحشرات .

٢ ــ التقيم غير المباشر Indirect assay

وتعتمد على إعطاء جرعات قياسية لمجموعات من الأفراد ، ثم يقدر مستوى الاستجابة الناتج .

٣ ــ الاستجابة الكمية Quantitative response

وتحتاج إلى معرفة تأثير الجرعات القياسية المختلفة وانعكاسها على الكائن الحى ، مثل قياس فترة حياة الكائن الحى . وتقلل من أهمية هذه الطريقة فى تقيم المبيدات الحشرية صعوبة تقدير فترة الحياة على وجه التحديد .

تعبر النتائج المتحصل عليها من الاختبارات على الاستجابة الكيفية (النوعية) عن نسبة تفاعل كل مجموعة من الأفراد بطريقة معينة تجاه العامل المؤثر ، ولو أن التحليل الإحصائى

يظهرها فى صورة قريبة من التفاعل الكمى ، إلا أن الاستجابة الكيفية القابلة للقياس تعتبر أكثر ارتباطاً بالتقييم المباشر . والحقيقة أن هذه الطريقة تهدف إلى تقدير الجرعة الكافية لإحداث الموت ، أو أى مستوى معين من التسمم ، وذلك لنسبة معينة من المجموع الحشرى المعامل . وفى هذه الحالة يمكن إجراء المقارنات على أساس مستوى الجرعة الحرجة Critical dose .

خامساً : الحصول على نتائج لتقييم الاستجابة الكمة

Obtaining data for quantal response

من الضرورى تعريض مجموعات من الحشرات لمدى واسع من التركيزات ، بحيث يعطى حدوداً واسعة من الموت . ونظراً لأن التأثير السام هو أكثر ارتباطاً بلوغاريتم التركيز بشكل أكثر من التركيز نفسه ، فإن التركيزات المختارة يجب أن تكون فى صورة متوالية هندسية ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، أو ١ ، ٣ ، ٩ ، ٢٧ ، كما يجب أن تتوافر فى الحشرات المعاملة صفة التجانس قدر الإمكان ، كما يلزم تحديد أعداد الحشرات المختبرة ، وهذا يتوقف على مدى توافرها ، حيث تعامل الحشرات السهلة التربية ، مثل حشرات الحبوب المخزونة بأعداد كبيرة ، بينما تعامل أعداد أقل من قمل الجسم ، أو بعض أنواع البعوض لصعوبة التربية . وكلما زاد تعداد الحشرات المختبرة ، زادت دقة النتائج . وعموماً ... يمكن استخدام من ٣٠ ـــ ٥٠ حشرة فى كل تركيز عند توفر الحشرات ، أو ١٥ ـــ ٢٠ حشرة عند صعوبة الحصول عليها .

الجرعـة Dosage

شاع استخدام كلمة Dose أو Dosage فى كثير من الدراسات التوكسيكولوجية . ويمكن تعريف الجرعة Dose بأنها كمية معلومة من المادة السامة تعطى لحيوان واحد . ويشار فى عديد من تجارب المبيدات إلى كلمة Dose بأنها كمية السم الموجود فى بيئة تعداد حشرى معين . وقد يرجع السبب فى ذلك إلى توافر طرق المعاملة السهلة والبسيطة على تجمعات الحيوانات الصغيرة ، حيث يمكن من الناحية التطبيقية إطلاق تعداد معين من الحشرات على سطح معامل بمتبقى المبيد ، أو فى غرف مملوءة بالأيروسول ، أو غمرها فى وعاء يحتوى على محلول المبيد . ويفضل فى جميع هذه الحالات استخدام اصطلاح التركيز Concentration . وللمقارنة ... هناك اختبارات قليلة لتحديد وقياس الجرعة الحقيقية التى يحتاجها فرد واحد ، وذلك باستخدام أجهزة قياس الإشعاع ، أو طرق التقدير بالغاز الكروماتوجرافى . وحديثاً استخدمت طرق معاملة أكثر دقة فى اختبارات المبيدات الحشرية ، حيث توضع الجرعة من السم الملامس على قمة الحشرة ، أو يمكن للحشرة أن تبلع قطرات معلومة من السم المعدى .

وعموماً .. تقاس جرعة المبيد بوحدات مختلفة ، مثل الجاما (ميكروجرام) مبيد لكل حشرة ، أو ميكروجرام مبيد لكل وحدة من وزن الحشرة . وغالباً ماتستخدم وحدة الجرام من وزن الحشرة Ug/gm body- weight ، أو جزء فى المليون ppm ، كما يقاس تركيز المبيد كنسبة مئوية .

الجرعة المؤثرة Dose response

من السهل بعد إجراء التحليل الإحصائى تحديد مستوى الاستجابة الوسطية Median response level ، أو مستوى الاستجابة لـ ٥٠٪ من تعداد العشيرة المعاملة ، وكذا يمكن معرفة مستويات الاستجابة لـ ٩٠٪ ، ٩٩٪ من تعداد العشيرة . وتعتبر الجرعة الوسطية أو Median Lethal Dose (MLD) ، أو أقل جرعة مميتة . وحالياً يستخدم اختصار LD_{50} للتعبير عن الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من أفراد العشيرة المعاملة ، كما تستخدم اختصارات LD95-LD90 للتعبير عن مستوى الجرعة الكافى لقتل ٩٠٪ ، ٩٥٪ من أفراد العشيرة المعاملة على الترتيب . كما يفضل أحياناً استخدام اختصار LC_{50} مع معظم طرق المعاملة للتعبير عن التركيز الكافى لقتل ٥٠٪ من الأفراد ، بينما يصلح تعبير LD_{50} عند التأكد من وصول الكمية المعلومة من المبيد إلى الحشرة المعاملة (تصلح فى تجارب الحقن والتغذية المحدودة) .

وهناك اصطلاح آخر للتعبير عن زمن التعريض الكافى لقتل ٥٠٪ من الأفراد ، وهو LT_{50} ، كما يستخدم اصطلاح K_{50} للتعبير عن الجرعة الكافية لإحداث الصدمة لنصف عدد الأفراد المعاملة . أما اصطلاح LD_{50} ، فهو يعبر عن الجرعة المؤثرة على نصف تعداد المجموع الحشرى المعامل .

ويعبر اصطلاح الجرعة الوسطية المميتة عن مدى الاستجابة الكمية لتحمل نوع معين من الحشرات أو سلالة معينة لحشرة ماتحت ظروف معينة . وهى سمة بيولوجية محددة تعتمد على بعض الصفات الفسيولوجية والتشريحية للحشرة . وكلما زادت قيمة الجرعة الوسطية المميتة ، دل ذلك على انخفاض مستوى سمية المبيد ، ولذا تقارن المبيدات فيما بينها ضد آفة ما باستخدام معيار الكفاءة النسبية Relative Potency ، وهى تعتمد أساساً على مقارنة الجرعات الوسطية المميتة بعضها ببعض ، وسوف نتعرض للحديث عنها بالتفصيل فيما بعد .

الوقت كعامل مؤثر على الجرعة Time as a dosage variable

فى بعض أنواع نظم التسمم غير المباشر قد يكون للموت علاقة خطية مع زمن التعرض ، أو تركيز المبيد فى البيئة ، ولذا فإن مستوى تركيز المبيد قد يتبادل مع زمن التعريض لإحداث التأثير الناتج . وبمعنى آخر .. يمكن أن يحل أحدهما محل الآخر لإظهار هذه العلاقة الخطية . ويمكن للتعبير عن هذه العلاقة بالمعادلة الآتية :

$$C \times t = K$$

حيث إن C = التركيز ، T = الزمن ، K = معدل الموت .

وتصلح هذه المعادلة البسيطة فى تجارب التدخين ، واختبار يرقات الحشرات المائية ، أو عند تعريض الحشرات لمتبقى المبيد . وتعطى هذه المعادلة لاختلاف نسب الموت مع زمن التعريض عند

مستوى واحد من تركيز المبيد . ويمكن الاستفادة من هذه العلاقة فى اختبارات مقاومة الحشرة لفعل المبيد فى حدود التركيز القياسى مع تغير عامل زمن التعريض . وفى هذه الحالة يعامل تركيز واحد بدلاً من عدة تركيزات . ولسوء الحظ فإن هذه المعادلة توقعنا فى خطأين :

الأول : يجب أن يكون هناك تحديد واضح بين زمن التعريض وفترة الحياة . والأول هو مقياس للجرعة ، أما الثانى ، فهو مقياس للتأثير . وفى هذه المعادلة يحدث تداخل بين المقياسين .

الثانى : إذا عرضت مجموعة متتالية من الأفراد لأزمنة مختلفة ، فإن النتائج المتحصل عليها تكون مستقلة ، ولايمكن الربط بينها ، ولكن عند إجراء الملاحظات المتتالية على نفس المجموعة من الأفراد ، فإن أى ملاحظة ترتبط إحصائيا مع الملاحظة التى تسبقها .

ولذا لايمكن استخدام هذه العلاقة البسيطة إلا فى مدى محدود من الزمن والتركيز . أما إذا كان المطلوب نتائج أكثر دقة فيلزم أن يؤخذ فى الاعتبار أن أحد هذه المتغيرات سوف يؤثر أكثر من الآخر . ويمكن التعبير عن ذلك على النحو التالى :

$$C^n \times t = K$$

حيث إن n = ثابت

وإذا أجريت الدراسة على فترات تعريض طويلة ، فإن هناك جزءاً بسيطاً من المبيد لايحدث أى فعل سام نتيجة لقدرة الحشرة على التخلص منه ، ويطلق عليه Co ، وعليه تكون المعادلة

$$(C - Co) \times (t - to) = K$$

ونظريا لايوجد جزء صغير من مقياس الزمن مساو للتركيزات غير المحدودة ، حيث توجد صعوبة عملية فى تحديد هذا الجزء من المنحنى ، وخاصة إذا كان التركيز محدوداً ، وحينما يعبر عن زمن الحياة مع زمن التعريض للدلالة على الزمن بعد تراكم بالجرعة السامة وقبل ظهور الفعل السام . يمكن التعبير عن معادلة (الجرعة ــ الزمن) على النحو التالى :

$$(C - Co) \times (t - to) = K$$

تقدير التأثير السام الحرج Determination of the critical taxic effect

تظهر الحشرات المعاملة بكميات مختلفة من المادة السامة مستويات مختلفة من التسمم تتراوح مابين التأثيرات المؤقتة الضعيفة Trivial temporary effects إلى الانهيار الكامل والموت . وهناك معايير كثيرة لتقدير نتائج التقييم الحيوى ، منها : عدم التأثر ــ التأثر ــ الاحتضار Moribund ــ الموت . ويؤدى التداخل بين هذه المعايير إلى صعوبة إجراء المقارنات الإحصائية . ومن المفضل اختيار إحدى هذه الاستجابات ، وتقدر بناء عليها الجرعة أو الوقت اللازم لإحداث هذه الاستجابة .

ونظراً لأن المبيدات الحشرية تؤدى إلى موت الحشرة ، لذا يفضل اختيار استجابة الموت للدلالة على تأثير وكفاءة المبيد . ولسوء الحظ نجد أن النقطة التى يحدث فيها الموت غير واضحة فى مفصليات الأرجل ، بالمقارنة بالحيوانات الراقية ، حيث يمكن للأخيرة الشفاء بعد تعرضها لفترات طويلة من التسمم ، كما يمكنها أن تبقى بالحيوانات الراقية ، حيث يمكن للأخيرة الشفاء بعد تعرضها لفترات طويلة من التسمم ، كما يمكنها أن تبقى فى حالة احتضار لمدة طويلة قبل الموت . وعموماً .. فإن الأنواع النشيطة من الحشرات تتشابه إلى حد كبير مع الحيوانات الراقية فى إمكانية تحديد النقطة التى يحدث فيها الموت ، فمثلاً الحشرات الكاملة من البعوض تصبح جافة وهشة بعد موتها بيوم أو يومين ، كما تتحلل يرقات البعوض وقت موتها . وعلى العكس من ذلك .. يشك فى موت خنافس Lyctus ، وذلك لمدة ٣ ـــ ٤ أسابيع بعد تعرضها لغاز سيانيد الأيدروجين . كما يظهر قراد الماشية Boophilus بعض التفلطح والانكماش بعد موته ، ولكن يفضل متابعة وضع البيض فى الإناث كدلالة على بقائها حية .

يجب عمل بعض الملاحظات الأولية على أى تفاعل بين السم والحشرة ، وعلى التفاعلات التى تظهر على فترات مختلفة من التعرض للسم ، وذلك قبل تحديد الوقت اللازم والكافى لتقدير نسبة الإبادة ، وخاصة عند إجراء مقارنة بين أنواع مختلفة من الحشرات أو السموم . فإذا قورن مبيد سريع التأثير مع المبيد بطىء التأثير يلاحظ أن النتائج المتحصل عليها تختلف تماماً تبعاً للوقت المختار لتقدير الأثر السام . وقد أجرى العالم Beard عام ١٩٤٩ بعض الطرق البيانية لإيضاح العلاقة بين المتغيرات الثلاثة ، وهى الجرعة والجزء المتأثر من العشيرة (نسبة الموت) والوقت بعد المعاملة . وأظهرت النتائج أن التغيرات تظهر واضحة ، خاصة عند التركيزات العالية من المبيد ، ولذا يتغير ميل وموقع منحنى الجرعة والموت . كما ناقش McIntosh عام ١٩٥٧ تأثير الحرارة على التغيرات بعد المعاملة بمبيدات مختلفة أو مستحضرات مختلفة من المبيد الواحد . وكقاعدة عامة فإن الجزء المتأثر من المجموع الحشرى (نسبة الموت) يصل إلى درجة الثبات تدريجيًّا مع مرور الوقت . ويطلق على نقطة الثبات اصطلاح نقطة النهاية End point . ولايجب أن يتم تقدير نسبة الإبادة قبل هذه النقطة . وأحيانا يفضل تقدير نسبة الموت بأسرع مايمكن ، وبعد فترة زمنية قصيرة من المعاملة ، وذلك اقتصاداً للوقت ، ولتقليل فرصة حدوث الموت نتيجة لتداخل عوامل أخرى خلاف المبيد الحشرى . وبشكل عام تعتبر فترة ٢٤ ساعة من المعاملة هى الفترة التى يتم بعدها تقدير الأثر السام لمعظم المبيدات الحشرية .

سادساً : الطرق الإحصائية لعرض نتائج التقييم الحيوى

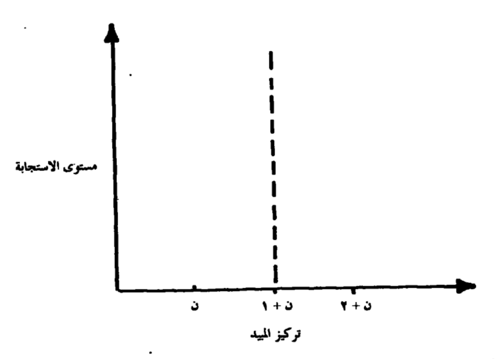
(أ) المنحنى التكرارى المعتدل أو المتجمع

Normal & Cumulative frequency curve

عند القيام بتنفيذ تجربة بغرض الحصول على الفرق فى نسبة الأفراد التى تقتل بين كل تركيزين متتالين

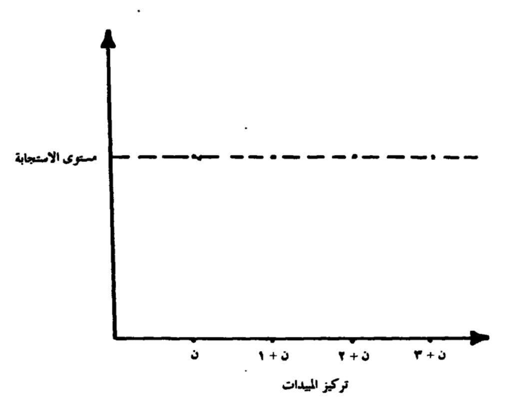
يلزم الحصول على عدد من المجموعات الحشرية التى تتصف بالتماثل ، بحيث تساوى عدد التركيزات المختبرة ، ثم يتم حساب الفرق فى نسبة الأفراد التى تقتل من كل مجموعة ، مع رفع تركيز المبيد الذى تتعرض له كل مجموعة ، حيث إن تعريض الأفراد التى تنجو من تركيز معين من المبيد إلى تركيز أكبر من التركيز الذى عرضت له من قبل لن يمثل الحقيقة عند قياس معدل الزيادة فى نسبة الموت ، لأن تعريض أفراد العشيرة لتركيزات أو جرعات غير قاتلة تؤدى إلى إضعاف الفرد المعرض ، بحيث يقتل بتركيزات أقل من التركيزات القاتلة لها لو لم تتعرض للمبيد من قبل . ويكون المنحنى المتحصل عليه هو المنحنى التكرارى Frequency curve الذى يمثل الفرق فى الاستجابة للتركيزات المتزايدة من المبيد .

وإذا تميزت الأفراد المعاملة بالمبيد بصفة التماثل التام (التجانس ١٠٠٪) ، وهذا نظرى ، بحيث لايقتل منها أى فرد حتى تركيز (ن) ، وبزيادة التركيز وحدة واحدة (ن + ١) ، فإنها تقتل جميعاً ، وعليه .. فإنه بزيادة التركيز وحدة أخرى (ن + ٢) يكون الفرق مساوياً صفراً . ومعنى ذلك أننا نحصل على خط رأسى مواز للمحور الصادى ، وعلى بعد معين من المحور السينى . وفى هذه الحالة لايمكن رسم منحنى من هذه العلاقة كما فى شكل (١ — ١) .



شكل (١ — ١) : العلاقة بين تركيز المبيد ومستوى الاستجابة لسلالة حشرية تتميز بالتماثل التام .

أما إذا كان الأفراد يتميزون بالتماثل التام فى درجة الاستجابة ، بحيث تتأثر بدرجة واحدة وثابتة عند كل التركيزات السامة من المبيد (افتراض نظرى لايحدث فى الطبيعة) ، فإننا بذلك نحصل على خط أفقى مواز للمحور السينى ، وعلى ارتفاع معين ثابت من المحور الصادى . وفى هذه الحالة لايمكن أيضاً رسم منحنى من هذه العلاقة كما فى شكل (١ — ٢) .

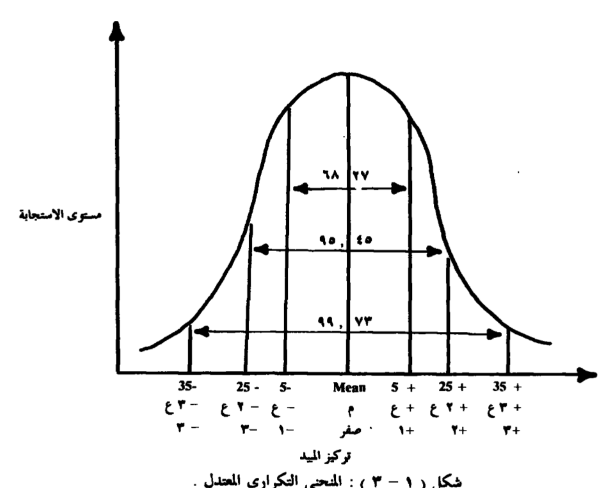


شكل (١ ــ ٢) : العلاقة بين تركيز المبيد ومستوى الاستجابة لسلالة حشرية تتميز بالتماثل التام .

١ ــ المنحنى التكرارى المعتدل Normal frequency curve

لايمكن الحصول على أفراد متماثلة تماماً ، فإن المثالين السابق عرضهما عبارة عن افتراض نظرى بحت ، ولا وجود لهما فى الطبيعة . وعادة يختلف مستوى استجابة الأفراد لتركيز معين من المبيد ، بحيث إنه عند رسم العلاقة بيانيًّا بين الفرق فى النسبة المئوية للأفراد الميتة ، وتركيز المبيد ، وتوصيل النقط ببعضها نحصل على منحنى تكرارى معتدل . ويلاحظ أن لهذا المنحنى نهاية عظمى فى منتصفه ، ثم يقترب المنحنى من جانبى هذه النهاية بشكل متساو من الجانبين ، أى أنه منحنى متماثل شكل (١ــ٣) .

ويلاحظ من الشكل (١ــ٣) تماثل غالبية الأفراد فى مستوى استجابتها حول المتوسط أو الوسط الحسابى لمجموعة من القيم (م) . ولوقدرنا الانحراف المعيارى لهذه القيم (ع) ، فإننا نلاحظ أن ٢٧, ٦٨٪ من أفراد المجموعة تنحصر بين القيمتين (م ــ ع) ، (م + ع) ، وهى وحدة انحراف معيارى واحدة ، كما نلاحظ أن ٤٥, ٩٥٪ من أفراد المجموعة تنحصر بين (م ــ ٢ ع) ؛ (م + ٢ ع) ، وبالتبعية نلاحظ أن ٧٣, ٩٩٪ من أفراد المجموعتين تنحصر بين (م ــ ٣ ع) ، (م + ٣ ع) .



شكل (١ – ٣) : المنحنى التكرارى المعتدل .

ومن الجدير بالذكر أن للمنحنيات التكرارية أشكالاً أخرى خلاف المنحنى التكرارى المعتدل منها :

١ ــ المنحنى التكرارى المدبب Leptokurtis frequency curve

وهو منحنى تكرارى متماثل ، ولكنه يتميز بأنه أكثر اختناقاً فى منطقة الوسط بالمقارنة بالمنحنى التكرارى المعتدل ، كما تتميز قمته بأنها أكثر ارتفاعاً وأكثر ضيقاً من المعتدل . وهذا يعنى وجود نسبة أكبر من الأفراد متماثلة فى استجابتها لمدى ضيق من تركيز المبيد حول المتوسط الحسابى .

٢ ــ المنحنى التكرارى المفلطح Platykurtis frequency curve

وهو منحنى تكرارى متماثل ، ولكنه يتميز بأنه أكثر اتساعاً فى منطقة الوسط بالمقارنة بالمنحنى التكرارى المعتدل ، كما تتميز قمته بأنها أكثر اتساعاً من المعتدل . ويعنى هذا أن معظم الأفراد تستجيب للتركيزات المختلفة فى مدى واسع حول المتوسط الحسابى .

٣ ــ المنحنى التكرارى ذو الالتواء Skewness frequency curve

وهو منحنى تكرارى أقل تماثلاً من المنحنى المعتدل . ويسمى عدم التماثل بالالتواء شكل (١ ــ ٤) ، وهذا إما أن يكون :

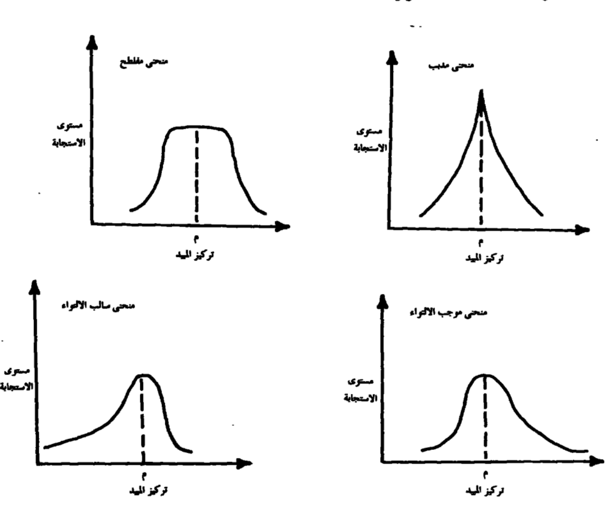
(أ) التواء موجب **Positive skewness**

أى يطول ذيل المنحنى جهة اليمين ، ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة الأفراد الأكثر حساسية للمبيد فى هذه المجموعة .

(ب) التواء سالب **Negative skewness**

أى يطول ذيل المنحنى جهة اليسار ، وذلك نتيجة لزيادة نسبة الأفراد الأكثر حساسية للمبيد فى هذه المجموعة .

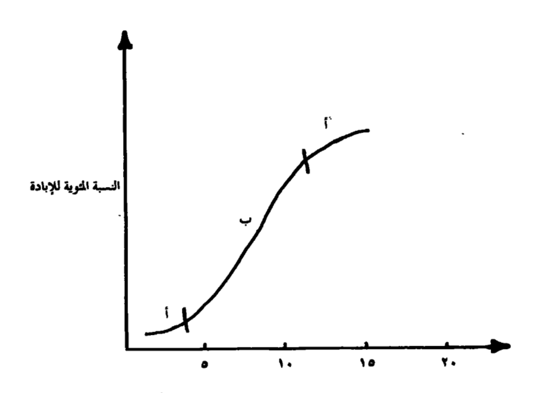
وفيما يلى أشكال المنحنيات التكرارية :



شكل (١ - ٤) : أشكال المنحنيات التكرارية .

٢ ـــ المنحنى التكرارى المتجمع Cumulative frequency curve

عند محاولة رسم العلاقة بين تركيز المبيد والنسبة المئوية الكلية للإبادة (الفرق فى نسبة الأفراد الميتة بين كل تركيزين متتاليين يجمع على الميت من التركيز الأقل) نحصل فى النهاية على المنحنى التكرارى المتجمع ، وهو منحنى غير متماثل . شبيه بحرف C، أو مايطلق عليه منحنى السيجمويد Sigmoid curve شكل (١ ـــ ٥) .



شكل (١ ـــ ٥) : المنحنى التكرارى المتجمع عندما يمثل المحور السينى وحدات التركيز .

وتمثل المنطقة (أ) جزءاً أسفل المنحنى يحتاج لزيادة فى التركيز حتى يظهر مستوى واضح من الاستجابة ، وجزءاً آخر أعلى المنحنى ، وفى هذا الجزء يحدث ثبات نسبى لدرجة الاستجابة حتى مع زيادة التركيز . أما المنطقة (ب) ، فهى تشمل معظم أفراد العشيرة . وتتميز هذه المنطقة بأن أى زيادة ـــ ولو طفيفة ـــ فى تركيز المبيد تعقبها زيادة مضطردة فى النسبة المئوية للإبادة . وهذه المنطقة مهمة علميًّا . ويمثل الجدول (١ ـــ ١) مثال عددى لتحديد نوعى المنحنين : التكرارى المعتدل ، والتكرارى المتجمع .

جدول (١ ــ ١) : أمثلة عددية للمنحنيات التكرارية .

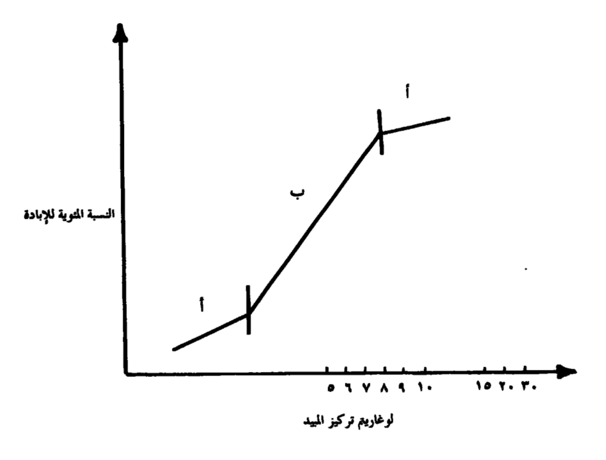
التركيز	الفرق فى نسبة الأفراد الميتة بين كل تركيزين متتالين (يستعمل فى منحنى التكرارى المعتدل أو ماتسمى مراكز الفئات	النسبة الكلية للأفراد الميتة (يستعمل فى منحنى التكرارى المتجمع)
صفر	صفر	صفر
١	٢	٢
٢	٧	٩
٣	١٦	٢٥
٤	٢١	٤٦
٥	١٨	٦٤
٦	١٥	٧٩
٧	١١	٩٠
٨	٦	٩٦
٩	٣	٩٩
١٠	١	١٠٠

ويختلف شكل منحنى التوزيع التكرارى المتجمع باختلاف تكوين مجموعة الأفراد المختبرة من حيث نسبة الأفراد الحساسة ، ونسبة الأفراد المقاومة للمبيد المستخدم . وتمثل قمة المنحنى التكرارى المعتدل أو الجزء المستقيم من المنحنى التكرارى المتجمع (المنطقة ب) أكبر مجموعة من الأفراد التى تتماثل فى درجة استجابتها للمبيد ، أى تكون هذه المنطقة حول التركيز الكافى لقتل ٥٠٪ من افراد المجموعة المعرضة للمبيد ، وبذلك يكون المنحنى أكثر حساسية للتغير فى التركيز حول هذه القيمة . وقد يكون هذا هو السبب فى اختيار قيمة LD_{50} ، أو LC_{50} كأساس للمقارنة فى تجارب التقييم الحيوى . وأحياناً قد يتطلب الأمر معرفة قيم LD90 ، أو LD95 للاستفادة بها فى التطبيق الحقلى . وتقدير هذه القيمة فى حالة استعمال المنحنى التكرارى المتجمع يكون على وجه التقريب ، كما يصعب تقدير ميل المنحنى ، أو تقدير نسبة الأفراد التى تقتل بتركيزات لم تستعمل فى التجربة ، ولذا لابد من تحويل منحنى السيجمويد إلى خط مستقيم ، أو ما يطلق عليه خط الانحدار Regression Line .

(ب) تحويل منحنى الإبادة إلى خط مستقيم

من المعروف أن درجة استجابة الحشرات للمبيدات تتناسب طردياً مع لوغاريتم تركيز المبيد ، وليس مع التركيز نفسه تبعاً لقانون « ويبر – فخنر Weber- Fechner » الذى أشار إلى أن مستوى

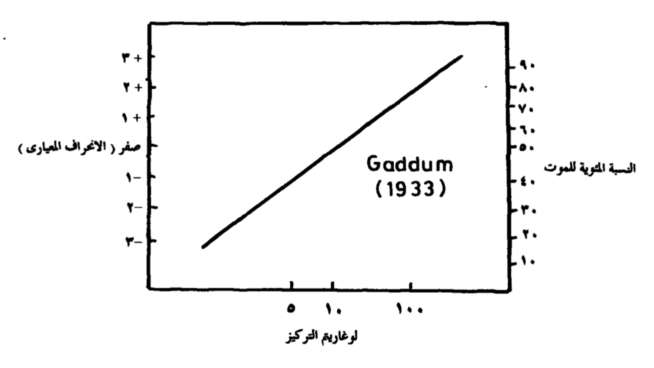
حساسية الجهاز العصبى يرتبط بلوغاريتم المنبه . وعند محاولة رسم العلاقة بين لوغاريتم التركيز والنسبة المئوية للوفاة يلاحظ أن منحنى السيجمويد يقرب إلى الخط المستقيم ، وذلك لأن التغير على مقياس لوغاريتمى يكون أبطأ من المقياس العادى حيث إن زيادة التركيز من ١٠ إلى ١٠٠ يؤدى إلى مضاعفة لوغاريتم التركيز فقط . وقد طرأ بعض التحسين على منحنى السيجمويد عند استخدام لوغاريتم التركيز ، إلا أن ما يعيبه صعوبة إيجاد درجات الاستجابة عند التركيزات الوسطية التى لم تختبر فعلاً Interpolate ، أو إيجاد درجات الاستجابة عند التركيزات خارج النطاق المختبر Exrtrapolate شكل (١ — ٦) .



شكل (١ - ٦) : المنحنى التكرارى المتجمع عندما يمثل المحور السينى لوغاريتم التركيز .

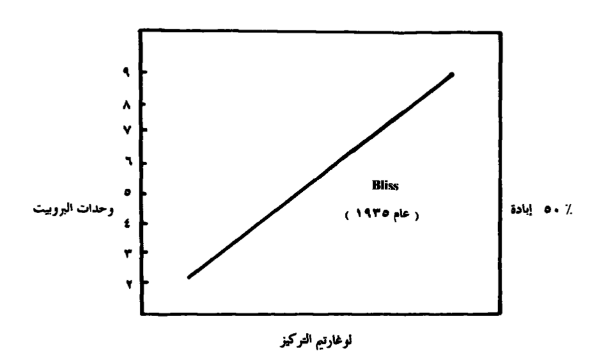
مما سبق تتضح ضرورة تحويل منحنى السيجمويد إلى خط مستقيم . وكما سبقت الإشارة فى منحنى التوزيع التكرارى المعتدل ، فإن استجابة معظم الأفراد للمبيد تقع ما بين − ع ، + ع ، حيث تمثل هذه المساحة حوالى ٦٨٫٢٧٪ من المساحة تحت المنحنى ، وفى نفس الوقت تظهر العلاقة بين درجة الاستجابة ولوغاريتم تركيز المبيد على شكل حرف S معدل إلى حد ما ، أى أن استجابة معظم الأفراد تمثل الجزء المستقيم من المنحنى وهى المنطقة (ب) . وإذا استعملت وحدات الانحراف المعيارى لتقدير الاستجابة ، فإن كل وحدة انحراف معيارى ستمثل نسبة من الأفراد ، وهذه النسبة

ستزداد حول المتوسط ، وستقل فى كلا الاتجاهين ، أى أن استعمال وحدات الانحراف المعيارى سيعادل تركيز استجابة غالبية الأفراد حول القيمة الوسيطة لتركيز المبيد ، وسيحدث شد أو فرد للمنحنى ، بحيث يصبح خطا مستقيماً . وقد كان Gaddum (عام ١٩٣٣) أول من قام بمحاولة تحويل المنحنى إلى خط مستقيم ، وذلك باستعماله لوحدات الانحراف المعيارى للتعبير عن النسبة المئوية للاستجابة (نسبة الإبادة) ، حيث رسم العلاقة بين الاستجابة معبراً عنها بوحدات الانحراف المعيارى ، ولوغاريتم تركيز المبيد ، وبذلك حصل على خط مستقيم ، شكل (١ — ٧) .



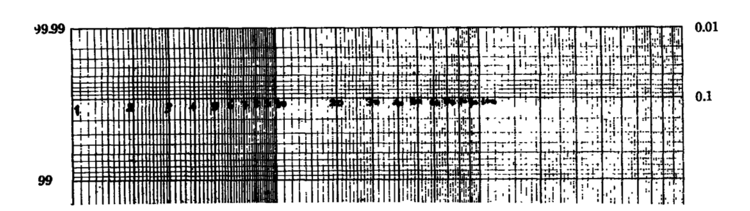
شكل (١ — ٧) : خط لوغاريتم التركيز ونسبة الموت ، والمعبر عنها بوحدات الانحراف المعيارى .

وقد وجد أن وحدات الانحراف المعيارى إما أن تكون سالبة ، أو تساوى صفراً ، أو تكون موجبة . ومن البديهى أنه لا توجد درجة استجابة سالبة ، ولذا قام Bliss عام (١٩٥٣) بإضافة العدد ٥ لجميع قيم الانحراف المعيارى ، وبذا تحولت جميعها إلى قيم موجبة ، وأطلق على هذه القيم المعدلة اسم وحدات الاحتمال Probability unit ، أو البروبيت Probit . وعند رسم العلاقة التى تمثل درجات الاستجابة لتركيزات متزايدة من المبيد توضع نسب الاستجابة على مقياس بروبيت ، والتركيزات على مقياس لوغاريتمى . وتظهر العلاقة فى صورة خط مستقيم أو خط الانحدار ، أو كما يطلق عليه خط لوغاريتم الجرعة – الاحتمال Log. dose- Probit Line ، أو Ld- p Line . شكل (١ — ٨



شكل (١ ــ ٨) : خط لوغاريتم الجرعة - الاحتمال Ld- p Line .

ولتسهيل رسم هذا الخط عملت جداول لتحويل نسب الوفاة إلى وحدات احتمال (جدول ١ ــ ٢) ، و تلا ذلك طبع وبيع أوراق بيانية ذات مقياس لوغاريتمى أفقى تسمى بأوراق لوغاريتم - بروبيت Log- propit papers ، وفيها يقسم المحور السينى إلى وحدات لوغاريتمية والمحور الصادى إلى وحدات برونيت من جهة ، والنسبة المئوية للإبادة من الجهة الأخرى . حتى يمكن رصد نتائج الاختبارات مباشرة على مثل هذه الأوراق ، دون حساب وحدات البروبيت المقابلة للنسبة المئوية للاستجابة (الإبادة) . وهذا الورق مقسم إلى دورات شكل (١ ــ ٩) عادة تكون ثلاث دورات .



شكل (١ - ٩) : المحور السينى مقسم إلى وحدات لوغاريتمية .

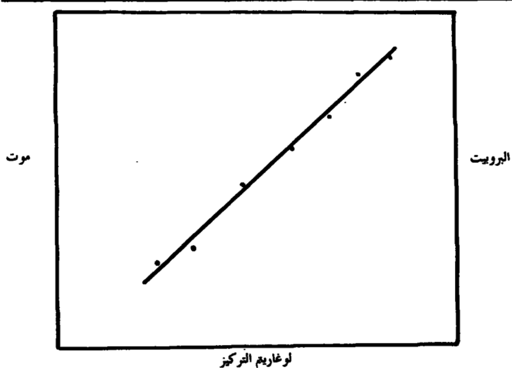
(جـ) طرق رسم الانحدار الذى يمثل منحنى السمية

١ - رسم الخط بالعين المجردة — Straight Line is Fitted by eye

تعتمد هذه الطريقة على الخبرة والنظر ، حيث يتم توقيع النقاط ، ويرسم خط يمر بغالبية النقط ، وخاصة تلك التي تقع فى المنطقة بين نسبة ٢٠٪ ، ٨٠٪ إبادة ، نظراً لأن النقط التى تقع فى هذه المنطقة تمثل عدداً أكبر من الافراد ، بالمقارنة بتلك التى تقع فى مستوى أقل من ٢٠٪ ، أو أعلى من ٨٠٪ . والقيم المستخرجة من هذا الخط غالباً ما تكون متقاربة إلى حد كبير مع النتائج المتحصل عليها بالتحليل الإحصائى . وإذا تعذر رسم الخط لقلة التركيزات المختبرة ، أو لبعد النقط على الخط المستقيم ، يلجأ إلى إحدى الطرق الإحصائية المعروفة ، وأهمها طريقة المربعات الصغرى (شكل ١ — ١٠) .

جدول (١ — ٢) : تحويل النسب المئوية للإبادة إلى وحدات بروبيت .

% kill	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33



شكل (١ — ١٠) : رسم خط السمية بالعين المجردة .

Statistical methods — ٢ – الطرق الإحصائية

Least Square method — (أ) طريقة المربعات الصغرى

تعتمد هذه الطريقة على اعتبار الخط الذى يطابق النقط أحسن مطابقة هو الخط الذى يكون مجموع مربعات انحراف النقط عنه أصغر ما يمكن ، أى فى نهايته الصغرى . ويتم ذلك باستعمال معادلة الخط المستقيم .

$$Y = \bar{Y} + b\,(x - \bar{x})$$

Y = قيمة الاستجابة المتوقعة بالبروبيت .

$\bar{Y}$ = ثابت ، وهو الجزء المقطوع من المحور الصادى ، ويكافىء عدديا متوسط الاستجابة = $\frac{\Sigma Y}{N}$

b = ميل الخط أو معامل الانحدار .

X = لوغاريتم التركيز .

$\bar{X}$ = متوسط لوغاريتم التركيز ($\frac{\Sigma X}{N}$)

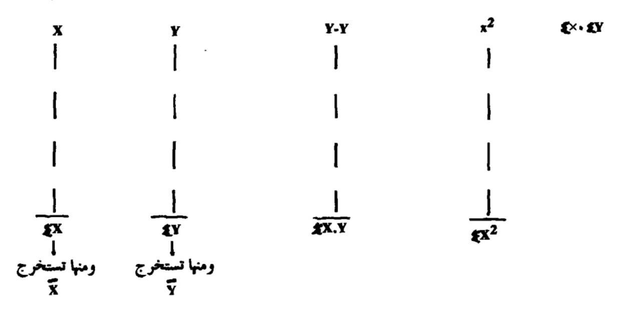
ولايجاد الميل تستخدم المعادلتان التاليتان :

$$(١)\ldots\ldots\ldots\ \Sigma\,^2 x - (\frac{\Sigma x}{N})^2$$

$$(٢)\ldots\ldots\ldots\ \Sigma\, X Y - \frac{\Sigma\, X - y}{N}$$

الميل (b) = $\frac{٢}{١}$

ثم يتم الحصول على النسب المئوية للموت (الحسابية Calculated) والمقابلة لقيم البروبيت الناتجة . وتمثل نسب الموت مباشرة على ورق لوغاريتمى ، وبذا يمكن الحصول على خط مستقيم .



$$Y_1 = \bar{Y} + b\,(x_1 - \bar{x})$$
$$Y_2 = \bar{Y} + b\,(x_2 - \bar{x})$$
$$Y_3 = \bar{Y} + b\,(x_3 - \bar{x})$$
$$Y_4 = \bar{Y} + b\,(x_4 - \bar{x})$$
$$Y_5 = \bar{Y} + b\,(x_5 - \bar{x})$$

إيجاد الميل بطرق حسابية :

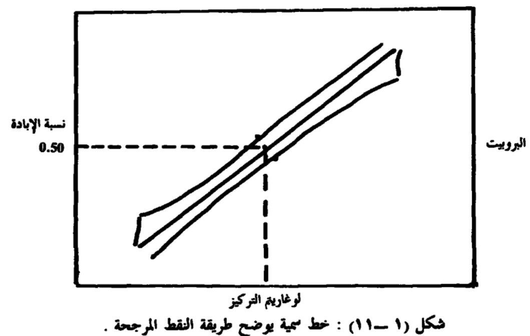
١ – ميل الخط = المقابل / المجاور

= عدد وحدات الاحتمال / عدد وحدات اللوغاريتم المقابلة لها

٢ – ميل الخط = (بروبيت B – بروبيت A) / (لوغاريتم الجرعة B – لوغاريتم الجرعة A)

(ب) طريقة النقط المرجحة Weighting Points

وهى طريقة أكثر دقة من السابقة . ويتم فى هذه الطريقة تقدير حدود الثقة Confidence or Fiducial Limits لجميع النقط ، بحيث يكون لكل نقطة على الخط (LD_{50} مثلا) فرقا يضاف أو يطرح من القيمة الأساسية لتكون الحدود الدنيا والقصوى فى هذه المنطقة (±) (شكل ١ — ١١) . ويعنى ذلك أن أى قيمة لمبيد تنحصر فى نفس الحدود تعنى أن هذا المبيد لا يختلف معنويا عن الآخر ، فمثلاً إذا كانت قيمة LD_{50} لمبيد هو ٢,٥٤٣٢ ± ٠,٣ ، فإن هذا يعنى أن الحد الأدنى للقيمة هو ٢,٤٥٦٨ ، والحد الأقصى هو ٣,٥٤٣٢ . وإذا كانت قيمة LD_{50} لمبيد آخر ٣,١٢٥٤ ، فهذا يعنى عدم وجود فروق معنوية بين المبيدين .



شكل (١ —١١) : خط سمية يوضح طريقة النقط المرجحة .

خطوات تمثيل النقط المرجحة

١ – تطبق جميع الخطوات فى طريقة المربعات الصغرى ، حتى توقيع النقاط على الورق اللوغاريتمى ، ورسم خط السمية .

٢ – ومن الخط يمكن قراءة قيم البروبيت المتوقعة Y للقيمة x، وتوضع فى جدول (١ــ٣) فى العمود (٨) .

٣ – تحسب قيم البروبيت العامل Working probits (Y) من المعادلة الآتية : $y = yo + kp$

حيث إن P = نسبة الإبادة (عمود ٥) وتستخرج قيمتا K ، yo من جدول (١ــ٤) والمقابلة لقيم Y .

٤ – معامل الترجيح Weighting coeffiients لكل نقطة تستخرج أيضاً من جدول (١ ــ ٤) وكل معامل يضرب فى عدد الحشرات المستخدمة لهذا التركيز ، والناتج هو (W) يوضع فى العمود رقم (١١) بجدول (ا ــ ٣) .

٥ – يحسب لكل خط قيم W. X ، W.Y لتوضع فى العمود (١٢) ، (١٣) بجدول (١ــ٣) .

٦ – اجمع العمود رقم ١١ ، ١٢ ، ١٣ لتحصل على قيم SW ، SWX ، SWY على الترتيب .

٧ – بالقسمة أوجد المتوسطات :

$$\bar{X} = \frac{SWX}{SW} \quad , \quad \bar{Y} = \frac{SWY}{SW}$$

٨ – فى كل خط اضرب قيمة WX فى قيمة X ، واجمع نواتج القيم لتحصل على SWX^2 .

٩ – أوجد قيم SWy^2 بضرب قيمة Wy فى قيمة Y ، واجمع نواتج القيم لتحصل على SWy^2

١٠ ــ لكل خط اضرب قيمة wx فى قيمة y ، واجمع نواتج القيم لتحصل على swxy

١١ – احسب قيمة ميل الخط بتطبيق المعادلة التالية :

$$b = \frac{swyx - \bar{x}swy}{swx^2 - \bar{x}swx}$$

ويمكن أن نحصل على قيمة البسط وذلك بطرح قيمة swy المضروب فى x من swyx ، بينما يمكن إيجاد قيمة المقام وذلك بطرح قيمة swx المضروب فى $\bar{x}$ من Swx^2 .

١٢ ــ تصبح معادلة الانحدار كالتالى :

$$y = \bar{y} + b(X - \bar{X})$$

أو $y = (\bar{y} - b\bar{x}) + bx$

جدول (١ - ٣) : حساب خط إنحدار لوغاريتم الجرعة / البروبيت .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dose or % concentration	No. of test insects	No. of insects dead	% response (death)	Corrected mortality %	log (+2) of dose	Empirical probit	Expected probit	Working probit	Weighting coefficient	Weight			Calculated values from the regression line
	n				x		Y	y		w	wx	wy	Y
0.5	47	44	93.6	93	1.7	6.48	6.65	6.46	0.218	10.2	17.34	65.9	6.57
0.25	50	36	72	70	1.4	5.52	5.40	5.52	0.530	26.5	37.1	146.28	5.41
0.125	54	13	24.1	18	1.1	4.08	4.30	4.11	0.320	17.3	19.0	71.10	4.24
0.0625	34	4	11.7	4	0.8	3.25	3.05	3.27	0.038	1.3	1.04	4.25	3.07
0	50	4	8.0										

$\Sigma w = 55.3$ $\Sigma wx = 74.48$ $\bar{x} = 1.3468$ $\Sigma wy = 287.52$ $\bar{y} = 5.199$
$\Sigma wx^2 = 103.15$ $\Sigma wy^2 = 1539.298$ $\Sigma wxy = 398.299$
$b = 3.893$
Regression equation $y = 3.8928x - 0.0438$
If $y = 5.0$ then $x = 1.296$ (this corresponds to a dose of 0.135)
Variance = 0.00125; $\chi^2 = 1.398$ (with 2 deg. of freedom, P 0.5)

جدول (١ ــ ٤) : عوامل حساب البروبيت العامل ومعامل الترجيح .

Expected probit	Factors for working probit		Weighting coefficient for different levels of natural mortality		
Y	y_0	k	0.00	0.08	0.15
1.6	1.33	8.115	0.005		
1.7	1.42	5.805	0.006		
1.8	1.51	4.194	0.008		
1.9	1.60	3.061	0.011		
2.0	1.70	2.256	0.015		
2.1	1.79	1.6800	0.019		
2.2	1.88	1.2634	0.025	0.001	
2.3	1.97	0.9596	0.031	0.001	0.001
2.4	2.06	0.7362	0.040	0.002	0.001
2.5	2.15	0.5705	0.050	0.003	0.002
2.6	2.23	0.4465	0.062	0.005	0.003
2.7	2.32	0.3530	0.076	0.008	0.004
2.8	2.41	0.2819	0.092	0.013	0.007
2.9	2.49	0.2274	0.110	0.19	0.010
3.0	2.58	0.1852	0.131	0.027	0.015
3.1	2.66	0.1524	0.154	0.038	0.022
3.2	2.74	0.1267	0.180	0.053	0.030
3.3	2.83	0.1063	0.208	0.070	0.042
3.4	2.91	0.0902	0.238	0.092	0.056
3.5	2.98	0.0772	0.269	0.117	0.074
3.6	3.06	0.0668	0.302	0.145	0.095
3.7	3.14	0.0584	0.336	0.177	0.119
3.8	3.21	0.0515	0.370	0.211	0.146
3.9	3.28	0.0459	0.405	0.247	0.176
4.0	3.34	0.0413	0.439	0.283	0.208
4.1	3.41	0.0376	0.471	0.320	0.241
4.2	3.47	0.0345	0.503	0.356	0.274
4.3	3.53	0.0320	0.532	0.391	0.307
4.4	3.58	0.0300	-0.558	0.424	0.339
4.5	3.62	0.0284	0.581	0.453	0.370
4.6	3.66	0.0272	0.601	0.480	0.397
4.7	3.70	0.0262	0.616	0.502	0.421
4.8	3.72	0.0256	0.627	0.520	0 442
4.9	3.74	0.0252	0.634	0.534	0.458
5.0	3.75	0.0251	0.637	0.542	0.471
[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.637	0.542	0.471
5.1	3.74	0.0252	0.634	0.546	0.478
5.2	3.72	0.0256	0.627	0.546	0.481
5.3	3.68	0.0262	0.616	0.540	0.479
5.4	3.62	0.0272	0.601	0.530	0.473
5.5	3.54	0.0284	0.581	0.516	0.463
5.6	3.42	0.0300	0.558	0.498	0.449
5.7	3.27	0.0320	0.532	0.477	0.431
5.8	3.08	0.0345	0.503	0.453	0 411
5.9	2.83	0.0376	0.471	0.426	0.388
6.0	2.52	0.0413	0.439	0.398	0.363
6.1	2.13	0.0459	0.405	0.368	0.336
6.2	1.64	0.0515	0.370	0.337	0.309
6.3	1.03	0.0584	0.336	0.306	0.281
6.4	0.26	0.0668	0.302	0.276	0.253
6.5	−0.71	0.0772	0.269	0.246	0.226
6.6	−1.92	0.0902	0.238	0.218	0.200
6.7	−3.46	0.1063	0.208	0.190	0.175
6.8	−5.41	0.1267	0.180	0.165	0.152
6.9	−7.90	0.1524	0.154	0.142	0.131

جدول (١ـ٤) : يتبع .

Expected probit	Factors for working probit		Weighting coefficient for different levels of natural mortality		
Y	y_0	k	0.00	0.08	0.15
7.0	−11.10	0.1852	0.131	0.120	0.111
7.1	−15.23	0.2274	0.110	0.101	0.093
7.2	−20.60	0.2819	0.092	0.084	0.076
7.3	−27.62	0.3530	0.076	0.070	0.064
7.4	−36.89	0.4465	0.062	0.057	0.052
7.5	−49.20	0.5705	0.050	0.046	0.042
7.6	−65.68	0.7362	0.040	0.037	0.034
7.7	−87.93	0.9596	0.031	0.029	0.027
7.8	−118.22	1.2634	0.025	0.023	0.021
7.9	−159.79	1.6800	0.019	0.018	0.016
8.0	−217.3	2.256	0.015	0.013	0.012
8.1	−297.7	3.061	0.011	0.010	0.009
8.2	−410.9	4.194	0.008	0.008	0.007
8.3	−571.9	5.805	0.006	0.006	0.005
8.4	−802.8	8.115	0.005	0.004	0.004

١٣ ــ من هذه المعادلة يمكن استخراج قيم (y) ، وتقارن بقيم البروبيت المتوقعة y . ويلاحظ أنها لاتختلف عنها بأكثر من ٢, ٠ فى جميع الحالات ، وبذا نصل إلى الدقة المتناهية فى تمثيل الخط . وإذا كان هناك تفاوت كبير فى القيم الناتجة بالمقارنة بطريقة المربعات الصغرى تعاد الحسابات مرة أخرى .

١٤ ــ لتقدير مدى دقة قيمة Ld_{50} تطبق الخطوات التالية :

(أ) يحسب الاختلاف عن المتوسط (٧) بالمعادلة التالية :

$$V = \frac{1}{6^2}\left(\frac{1}{sw} + \frac{(m-\bar{x})^2}{swx^2 - \frac{(swx)^2}{SW}}\right)$$

وجميع هذه القيم سبق حسابها

(ب) يتم تقدير قيمة X^2 لبيان مدى تجانس النتائج وفقاً للمعادلة الآتية :

$$X^2 = (Swy^2 - \bar{y}swy) - b\,(swxy - \bar{x}\,swy)$$

وجميع هذه القيم سبق حسابها .

(جـ) تقارن قيمة X^2 بالقيمة الجدولية تحت درجات حرية (n- 2) ، حيث إن n تساوى عدد التركيزات المستخدمة . وإذا زادت قيمة X المحسوبة عن قيمتها المستخرجة من الجداول على مستوى احتمال ٥٪ تعتبر الاختلافات مؤكدة ويفضل إعادة العملية الحسابية من الأول ، أما إذا كانت قيمة X المحسوبة أقل من القيمة المستخرجة ، تعتبر الاختلافات غير مؤكدة . جدول (١ ــ ٤) .

(د) تحسب قيمة حدود الثقة m_1 ، m_2 على مستوى ٩٥٪ كالآتى :

$$m_1 = m - 1096\sqrt{7}$$
$$m_2 = m - 1096\sqrt{7}$$

سابعاً : العوامل المؤثرة على التقيم الحيوى

هناك مجموعة من العوامل ذات تأثير كبير على النتائج المتحصل عليها فى التقيم الحيوى ، وبالتالى تؤثر على قيمتى LD_{50} وميل الخط . ومن أهم هذه العوامل :

(أ) :: عوامل متعلقة بالآفة (داخلية) Intrinsic Factors

١ـ نوع الآفة المختبرة Treated pest

يرجع اختلاف حساسية الأنواع تجاه المبيدات الكيميائية إلى الاختلافات فى التركيب التشريحى أو النظم الفسيولوجية للآفة مجال الاختبار ، حيث تؤدى هذه الاختلافات إلى تفاوت قدرة الآفة على التقاط المبيد ونفاذيته ، واختلاف قدرة الأنسجة على تحليل هذه المركبات ، ومدى إتاحة الفرصة لها حتى تحدث الأثر السام . وقد أشار Busvine (عام ١٩٧١) إلى المثال التالى ليوضح اختلاف حساسية بعض يرقات حرشفية الأجنحة لمبيد الروتينون (انظر جدول ١ ـ ٥) . وتظهر النتائج أن دودة الحرير أكثر حساسية لمبيد الروتينون بمعدل ٢٠٠٠ مرة عند معاملتها قميًا ، بالمقارنة بيرقات دودة ورق القطن ، كما أنها أكثر حساسية للمبيد بمعدل ١٦٠ مرة ، بالمقارنة بدودة اللوز القرنفلية .

جدول (١ ـ ٥) حساسية بعض يرقات حرشفية الأجنحة لمبيد الروتينون .

الحشرة	قيمة LD_{50} مللجم/ جم
دودة الحرير	٠,٠٠٣
دودة اللوز القرنفلية	٠,٤٩
دودة ورق القطن	٥,٠

٢ – السلالة المختبرة Treated strain

تختلف حساسية النوع الواحد فى استجابته للمبيدات تبعاً لاختلاف السلالة ، سواء أكانت حساسة ، أم مقاومة للمبيد . وكلما زاد مستوى المقاومة ، ارتفعت قيمة LD_{50} ، والعكس صحيح ، كما يتغير ميل الخط مع تغير مستوى المقاومة ، وذلك تبعاً لدرجة التماثل بين أفراد السلالة كما سبق الذكر .

٣ ــ العمر والطور Stage specificity & age

يزداد تحمل الآفة للمبيد بتقدم العمر فى الطور الواحد ، ولكن عند حساب التركيز أو الجرعة على أساس وحدة الوزن (ميكروجرام/ جم من وزن الجسم) نجد أن تحمل بعض الأعمار ثابت فى الطور الواحد (تحمل الطور اليرقى من العمر الثانى إلى السادس ثابت فى دودة ورق القطن) . وزيادة مستوى التحمل مع تقدم العمر تعتبر زيادة غير حقيقية ، فهى ترجع إلى زيادة وزن اليرقة . وتزداد حساسية اليرقة للمبيد أثناء الانسلاخ . وقد يرجع ذلك إلى التغيرات الفسيولوجية والمورفولوجية التى تحدث للجليد أثناء الانسلاخ .

كما يختلف تحمل النواع الواحد باختلاف الطور ، فمثلاً فى الحشرات ذات التطور الكامل يلاحظ أن الأطوار الساكنة (البيضة والعذراء) تكون أكثر تحملاً من الأطوار المتحركة النشطة (اليرقات والحشرات الكاملة) وقد لاتظهر هذه الفروق مستوى التحمل فى الحشرات ذات التطور الناقص أو عديمة التطور .

كما يختلف تحمل الطور الكامل باختلاف العمر ، فمثلاً تكون الذبابة المنزلية أكثر حساسية فى بداية الطور ، ثم يزداد تحملها للمبيد بتقدم العمر ، وبعد ذلك ينخفض مستوى تحملها وتصبح أكثر حساسية ، فقد وجد أن تركيز الـ د. د . ت الذى يقتل ٩٢٪ من الذباب المنزلى فى بداية خروج الحشرة الكاملة من العذراء يقتل ٦٥٪ فقط من الذباب المنزلى عمر ١١ يوماً .

ويلزم أن يؤخذ فى الاعتبار عند التطبيق الحقلى اختيار التوقيت المناسب للمكافحة ، وهو وجود العمر والطور الأكثر حساسية . وعموماً .. فإن العمر اليرقى الأول يعتبر أكثر الأطوار ملاءمة للمكافحة ، بينما تحتاج الأعمار المتقدمة جرعات عالية جدًّا من المبيد ، بالإضافة إلى عدم إمكان منع الضرر الناشيء منها ، كما أن متبقيات المبيدات تستمر فترة طويلة وبتركيز عال ، الأمر الذى يؤدى إلى حدوث نتائج عكسية على البيئة والأعداء الحيوية .

٤ ــ الجنس Sex

تختلف الذكور والإناث فى مستوى تحملها للمبيدات . وغالباً ما تكون ذكور الحشرات أكثر حساسية من الإناث ويرجع جزء من الزيادة فى تحمل الإناث للمبيدات إلى كبر حجمها ، أما باقى التأثير ، فيرجع إلى فسيولوجى الإناث وعموماً .. إذا صححت الجرعة ونسبت إلى وزن الجسم ، فإن الإناث غالباً ما يكون تحملها أكبر . ويلاحظ أنه إذا استخدم الذكور والإناث معاً فى الاختبار ، فإن خط السمية سيكون أقل ميلاً عن ذلك الذى ينتج باختيار جنس واحد ، وذلك لانخفاض مدى التجانس عند معاملة الجنسين معاً ، بالمقارنة بمعاملة جنس واحد . وعموماً .. يفضل فى اختبارات التقييم الحيوى أن تكون العشيرة المختبرة ممثلة تماماً من كل جنس (النسبة الجنسية ١ : ١) .

٥ ــ الحجم Size

من المعروف أنه كلما زاد وزن الحشرة احتاجت إلى كمية أكبر من المبيد ، حتى يتم قتلها ، والعكس صحيح . والواقع أن الجرعة الموصى بها يجب أن تكون أضعاف الجرعة القاتلة على أساس انخفاض مستوى نفاذ المبيد فى الحشرة تحت ظروف الحقل ، واحتمال زيادة تمثيل المبيد إلى مركب غير سام ، وانخفاض الكمية من المبيد التى تصل إلى مكان التأثير .

(ب): عوامل متعلقة بالبيئة المحيطة (خارجية) Fxtrinsic Factors

١ ــ الحرارة Temperature

يتأثر الكثير من النظم الفسيولوجية بدرجة الحرارة المحيطة بالآفة ، كما تتأثر مظاهر فعل المبيد على النظام الحيوى بدرجة الحرارة السائدة . وقد أظهرت الدراسات مدى تأثير درجة الحرارة التى تربى عليها الحشرات قبل الاختبار (قبل المعاملة) ، أو درجة الحرارة أثناء وبعد المعاملة على مستوى استجابة الآفة للمبيد المعامل . ويرجع تأثير الحرارة إلى واحد أو اكثر من العوامل الآتية :

(ا) تأثير درجة الحرارة على فسيولوجيا الحشرة ، فكلما كانت درجة الحرارة مناسبة ، تمكنت الحشرة من تحمل تركيزات كبيرة من المبيد دون أن تقتل .

(ب) تأثير درجة الحرارة على النظم الإنزيمية المسئولة عن تنشيط أو هدم المبيد داخل جسم الحشرة .

(جـ) تأثير درجة الحرارة على طبيعة وخواص المبيد الذى تتعرض له الحشرة .

(د) تأثير درجة الحرارة على نشاط الحشرة ، وبالتالى على مقدار ما تلتقطه من المبيد ، وذلك فى حالة اختبار متبقيات المبيدات .

ويكون التأثير النهائى لدرجة الحرارة على مستوى تحمل سلالة من الحشرات لمبيد ما هو محصلة تأثيرها على العوامل السابقة . وينقسم تأثير الحرارة إلى :

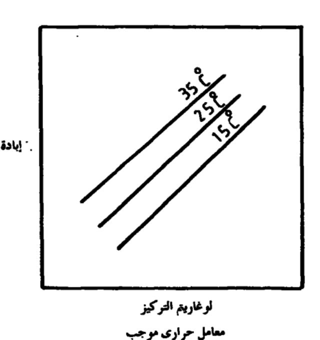
(ا) تأثير حرارة ما قبل المعاملة Pre- treatment temperature

تؤثر درجة حرارة التربية فى نطاق درجات الحرارة التى تكون فيها الحشرات طبيعية فى سلوكها ، فالحشرات التى تربى على درجات الحرارة غير المناسبة (العالية أو المنخفضة) تكون أصغر فى الحجم نسبياً من تلك المرباة تحت درجات حرارة نموذجية . ويؤدى صغر الحجم والوزن إلى تغيير فى مستوى حساسية الحشرة للمبيد . وقد وجد أن تحمل الصرصور الأمريكى للد .د .ت وغيره من مشابهاته يزداد

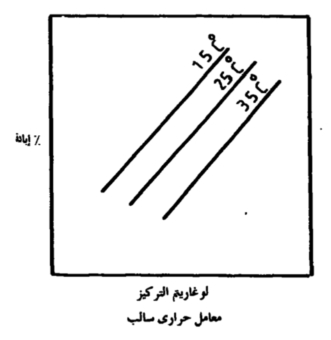
عند تربيته على درجة حرارة منخفضة ، وقد يرجع ذلك إلى تأثير الحرارة على دهون الجسم ، حيث يصبح الدهن فى صورة غير مشبعة على درجة الحرارة المنخفضة ، وبذا تكون له قدرة ذوبان عالية للمبيدات . ويؤدى ذلك إلى ارتفاع مستوى تخزينها فى الأنسجة الدهنية بعيداً عن منطقة التأثير ، وبالتالى يرتفع مستوى تحمل الحشرة .

(ب) درجة حرارة الاختبار **Temperature of testing**

تؤثر درجة الحرارة أثناء الاختبار على سرعة انتشار المبيد وامتصاصه وتطايره ، كما أنها تؤثر على سرعة أعراض التسمم . وهناك مبيدات أكثر سمية على درجة الحرارة المرتفعة ، مثل معظم المبيدات الفوسفورية ، ومركبات السيكلودايين ، والكاربامات . ويطلق على هذه المبيدات أنها ذات معامل حرارى موجب Positive temperature coefficient ، كما أن هناك مجموعة من المبيدات تزداد سميتها على درجة الحرارة المنخفضة ، مثل الـ د .د .ت ، ومعظم البيرثرويدات المخلقة ، ويطلق عليها أنها ذات معامل حرارى سالب Negative temperature coefficient . ويعتقد أن سبب ذلك هو زيادة نشاط الإنزيمات الهامة لهذه المبيدات على درجة الحرارة المرتفعة ، وانخفاض نشاطها على درجة الحرارة المنخفضة ، مما يزيد من سميتها . وعموماً .. فإن درجة الحرارة المختارة فى تجارب التقييم الحيوى يلزم أن يكون مساوية مع درجة حرارة البيئة عند مكافحة الحشرة فى الحقل شكل (١ — ١٢) .



معامل حرارى موجب



معامل حرارى سالب

شكل (١ — ١٢) : تأثير درجة الحرارة على كفاءة المبيد الإبادية .

Post- treatment temperature (Ptt) — (جـ) حرارة ما بعد المعاملة

بعد المعاملة بالمبيد الحشرى نجد أن الحشرات التى لم تقتل قد تنجح فى التخلص من السم بشكل أو بآخر ، وتشفى تماماً ، وتتم عملية التخلص بالإفراز ، أو بالهدم البيوكيميائى للمبيد ، أو بالانتشار . وتزداد فرصة الشفاء مع رفع درجة الحرارة ، وعلى العكس من ذلك .. فإن لدرجة حرارة ما بعد المعاملة تأثير على فقد الماء ، ونقص مخزون الغذاء . ويزداد هذا التأثير فى وجود المبيد الحشرى ، الأمر الذى قد يتيح زيادة نسبة الموت .

٢ – الرطوبة — Humidity

مازالت المعلومات المتاحة عن تأثير رطوبة الجو على مستوى حساسية الحشرة لفعل المبيد الكيميائى غير كافية . وعموماً .. تفوق أهمية درجة الحرارة وتأثيرها على سمية المبيد عن نسبة الرطوبة بكثير ، وذلك فى تأثيرها على اختبارات التقييم الحيوى . وقد لوحظت زيادة تأثير مخلفات مبيد ال د .د. ت على خنافس الدقيق الصدئية بزيادة درجة الرطوبة ، كما يؤدى ارتفاع نسبة الرطوبة إلى خفض سمية مبيد ال د .د. ت ضد الذباب المنزلى . ويلاحظ فى الحقل تقلب نسبة الرطوبة إلى حد كبير ، وتلعب دوراً هاما فى حياة اليرقات الحديثة لحرشفية الأجنحة ، حيث تحتاج يرقات ديدان اللوز الحديثة الفقس إلى مستوى رطوبة مرتفع ، لذا تفقس دائماً فى الصباح الباكر ، بينما التربية تحت ظروف الرطوبة المنخفضة فى المعمل تؤدى إلى موت عدد كبير من اليرقات . ويعتبر ثبات الرطوبة داخل المعمل عملية مكلفة اقتصاديا . ويمكن التحكم فى نسبة الرطوبة باستخدام المجففات الزجاجية ، والتى تحتوى على محاليل مشبعة من أملاح مناسبة .

٣ – الغذاء (الإمداد الغذائى) — Food Supply

تؤثر أنواع الغذاء على مدى قابلية الحشرات للتأثر بالمبيدات . ويؤثر الغذاء الذى تتربى عليه الحشرات من حيث النوع والكمية على حجم وقوة ودرجة تحمل الحشرات لفعل المبيدات ، وعليه .. فإن التغذية الجيدة للحشرة تعطى حجماً أكبر وقدرة أعلى على تمثيل المبيد ، مما يزيد من درجة تحمل الحشرة لفعله ، كما وجد أن اختلاف الطعام يحدث تفاوتاً فى تحمل الأفراد . وتختلف درجة التحمل إذا غذيت الحشرات عقب المعاملة ، عنها لو تركت صائمة دون غذاء لفترة طويلة نسبيا وعموماً .. تفضل تغذية الحشرات بعد المعاملة لخفض معدل الموت الطبيعى .

٤ – الضوء — Illumination

تؤثر كثافة الضوء على مستوى نشاط عديد من الحشرات ، وهذه قد تؤثر مباشرة على مدى التحمل لفعل المبيد ، على مستوى التمثيل . وقد يؤثر بطريق غير مباشر على مقدار ماتلتقطه الحشرة

من المبيد . وقد وجد أن الذباب المنزلى يكون أكثر حساسية للتأثير بمخلفات الـ د . د . ت فى وجود الإضاءة أكثر منه فى الظلام ، ويرجع ذلك إلى نشاط الذباب المنزلى بالنهار ، حيث توجد الإضاءة ، بالمقارنة بالليل (الإظلام) . وتجرى اختبارات التقييم الحيوى لحشرة دودة اللوز **Diparopsis castanea** العمر اليرق الأول من الساعة ٥ ــ ١٠ بعد منتصف الليل ، حيث يتم فى هذه الفترة فقس البيض .

٥ ــ معدل التزاحم **Population density**

معدل التزاحم له تأثير غير مباشر على مدى تحمل الحشرة للمبيد ، حيث يؤدى التزاحم أثناء التربية إلى صغر حجم الحشرات ، كما تتميز بمعدل أكبر فى النشاط ، وفى زيادة مستوى التمثيل الغذائى ، وبالتالى يقل معدل تحمل الحشرة للمبيد . وعلى العكس من ذلك .. فقد لوحظ ازدياد تحمل حشرة **Sitophilus granarius** لغاز ثانى كبريتور الكربون مع زيادة معدل تزاحمها . وهناك بعض الحشرات ، مثل يرقات Heliothis ، تتمتع بخاصية الافتراس ، ولذا يلزم أن تربى وتعامل فى صورة فردية . وعموماً .. يجب أن يكون عدد الأفراد المعرض لسطح ما ثابتاً فى كل معاملة .

ثالثا : عوامل متعلقة بالمبيد وطريقة التقييم

١ ــ نوع المبيد **Type of pesticides**

تتباين سمية المبيدات المختلفة للنوع الواحد من الحشرات ، وبالتالى تختلف قيم LD_{50} والميل الناتج ، وعادة يزداد ميل خط السمية فى حالة المبيدات الشديدة السمية ، وذلك لتماثل الحشرات فى استجابتها للمبيد الشديد السمية . وكلما ازدادت سمية المبيد ، انخفضت قيمة LD_{50} . وكثيراً ماتتوازى خطوط السمية ، أى تتماثل فى الميل عند اختبار مجموعة من المبيدات ذات طريقة الفعل المتشابهة . واختلاف ميل خطوط السمية قد يعنى اختلاف طريقة تأثير المبيد على الحشرة .

٢ ــ نوع المذيب **Type of Solvent**

تنخفض قيمة LD_{50} كلما كان المذيب يعمل على زيادة ماتلتقطه الحشرة من المبيد . ويزيد مذيب الأسيتون من سمية التركيزات المنخفضة عند معاملة المبيد قمياً ، بينما يقلل من تأثير التركيزات المرتفعة ، وذلك لأن الأسيتون يسمح بترسيب المبيد ، فلا تمتص إلا نسبة صغيرة منه داخل جسم الحشرة ، وبذا ترتفع قيمة LD_{50} ، ويقل ميل الخط . أما الزيوت المعدنية التى تساعد على انتشار المبيد وتوزيعه ، فإنها تخفض من قيمة LD_{50} ، وبالتالى تقلل من مستوى مقاومة الحشرة المعاملة للمبيد .

٣ ــ التعبير عن تركيز المبيد **Expression of pesticide concentration**

يقاس تركيز المبيد كما سبق الذكر ، بوحدات ، مثل جاما (ميكروجرام Ug) مبيد لكل حشرة

(Ug/ insect) ، أو ميكروجرام مبيد لكل وحدة من وزن الحشرة (Ug/ gm. body weight) ، أو جزء فى المليون ppm ، أو كنسبة مئوية . (٪) وتبعاً لذلك .. تختلف قيم LD_{50} ، الناتجة . ولايؤثر تمييز التركيز على ميل الخط ، لأن التمييز يؤثر على جميع التركيزات بنسبة ثابتة .

٤ ــ طريقة المعاملة — Method of application

تقل قيمة LD_{50} ، ويزداد ميل الخط باتباع الطرق الشديدة التأثير مثل الحقن . وقد تقل الفروق فى الاستجابة بين مجموعة من الحشرات عند حقن المبيد فيها داخليًّا . ويكون ميل خط السمية أكبر عند تعريض خنافس الدقيق للبيرثرم بطريقة الرش ، عنه عند تعريض الحشرات لمتبقى المبيد على ورق الترشيح .ويرجع ذلك إلى اختلاف كمية المبيد التى تصل إلى مواقع التأثير فى الحشرة .

٥ ــ طول فترة التعريض — Length of exposure period

كلما طالت فترة التعريض لتركيز معين من المبيد زادت سمية نفس هذا التركيز من المبيد ، وبالتالى تقل قيمة LD_{50} ، ويؤثر طول فترة التعريض للمبيد على درجة مقاومة سلالة ماعند مقارنتها بسلالة أخرى ، فلا يظهر الفرق واضحاً فى قيم LD_{50} ، لسلالتين عندما يكون التعرض لفترة قصيرة ، بينما يظهر هذا الفرق بوضوح مع إطالة الفترة ، حيث لاتتحمل الأفراد الحساسة التعرض للتركيز لفترة طويلة ، بينما تتمكن الأفراد المقاومة من الاستمرار فى تحمله . وعموماً .. تزداد نسبة الموت بطول فترة التعريض ، وتنخفض قيمة LD_{50} ، ويزداد ميل الخط حتى مستوى معين تثبت عنده هذه القيم .

٦ ــ الفترة من المعاملة حتى تقدير الإبادة — Period until counting

ترتفع نسبة الإبادة كلما طالت الفترة من وقت معاملة الحشرة بالمبيد حتى تقدير نسبة الإبادة ، وذلك حتى فترة معينة لاتزداد نسبة الموت ، وذلك لأن جميع الأفراد المنتظر قتلها بهذا التركيز من المبيد تكون قد قتلت فعلاً ، فإذا تم عد الميت بعد ساعتين تكون نسبة الوفاة أقل من تلك المتحصل عليها بعد ٢٤ ساعة مثلاً . ويختلف طول الفترة التى يثبت بعدها عدد الحشرات الميتة باختلاف نوع الحشرة ونوع المبيد . وكلما طالت الفترة من التعريض حتى حساب النتائج يظهر المبيد أكثر سمية ، فتنخفض قيمة LD_{50} ، ويزداد ميل الخط ، وذلك حتى فترة معينة تثبت بعدها هذه القيم .

العوامل الواجب مراعاتها عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى

عند تقدير مستوى استجابة مجموعة من أفراد نوع معين من الحشرات تجاه مبيد مايلزم أن يؤخذ فى الاعتبار العوامل الآتية :

١ ــ يجب أن تكون هناك علاقة ثابتة بين تركيز المبيد المستعمل والجرعة الحقيقية التى تؤثر على الحشرة .

٢ ــ يلزم توخى الدقة فى اختيار المذيب المناسب ، وعمل محاليل المبيدات .

٣ ــ يراعى تقدير نسبة الإبادة بدقة متناهية ، فقد تستعيد الحشرات نشاطها بعد أن يعتقد أنها كانت بالتركيز المستعمل من المبيد .

٤ ــ استخدام الغذاء المناسب للتربية ، وثبات جميع الظروف المحيطة ، ماعدا اختلاف عامل المبيد .

٥ ــ زيادة عدد الحشرات المعاملة قدر الإمكان ، حتى يكون تمثيل العشيرة المختبرة حقيقيًا .

٦ ــ يجب اختيار طريقة المعاملة المناسبة والسهلة ، بحيث يمكن إجراؤها عدة مرات .

٧ ــ كلما ارتفع ميل خط السمية ازدادت حساسية الطريقة المستعملة فى الاختبار ، هذا .. إذا استعملت حشرات متماثلة لتقدير حساسية الاختبار . أما إذا استعملت طريقة معاملة واحدة لاختبار مجاميع توحد طريقة المعاملة إذا كان الغرض تقدير درجة حساسية أو مقاومة مجموعات مختلفة من الحشرات لفعل مبيد ما .

٨ ــ عند قياس مستوى سلالة حقلية بالمقارنة بالسلالة الحساسة ، يفضل أن يكون قياس مستوى السلالة الحساسة مع كل اختبار حتى تكون المقارنة أقرب للحقيقة .

خواص خط السمية

لكى يكون خط السمية مستقيماً لابد من توفر شرطين أساسيين هما :

١ ــ أن يكون توزيع حساسية الأفراد طبيعيًا ؛ أى تمثل بالمنحنى التكرارى المعتدل ، وأن تكون الأفراد المختبرة ممثلة تحت الاختبار تمثيلاً حقيقيًا . وإذا كان هناك اختلاف واضح بين الأفراد فى درجة استجابتهم للمبيد المعامل ، كأن تكون العينة المختبرة تابعة لمجموعتين مختلفتين من العشائر ، فان العلاقة لايمكن أن تمثل بخط ، بل تمثل بمنحنى .

٢ ــأن تكون نسبة المبيد الذى يدخل جسم الحشرة إلى الكمية الكلية التى تعرضت لها ثابتة قدر الإمكان ، وذلك فى حدود التركيزات المستعملة . ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الآتية :

الجرعة من المبيد التى تدخل جسم الحشرة = ثابت × كمية المبيد التى تتعرض له الحشرة . ويتغير الثابت بتغير طريقة المتبقيات . ويرى البعض أخذ عامل حجم و وزن الحشرة فى الاعتبار ، حيث يرتبط الوزن بمساحة السطح المعرض من الحشرة داخليًا أو خارجيًا ، حيث إن مساحة السطح المعرض من الحشرة للمبيد = وزن الحشرة × ـ٢ـ ، ثم تعدل الجرعة المتوسطة للموت LD_{50} ، بحيث = $\frac{LD50 \times \text{مساحة السطح المعرض}}{\text{وزن الحشرة}}$. وقد اقترح Bliss عام ١٩٣٦ تعديل قيمة LD50 كما يلى :

LD_{50} = ثابت × (وزن الحشرة) ، حيث إن هـ = دالة وزن جسم الحشرة = ٥, ١

دلالات خط السمية

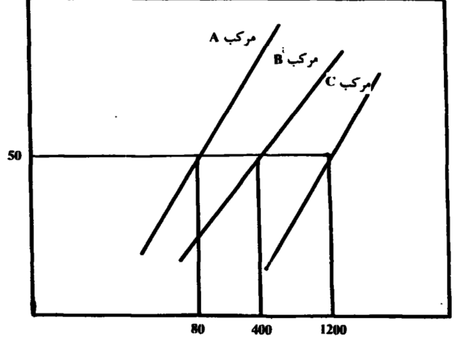
١ — يفيد فى تقدير قيمة LD_{50} ، أو LC_{50} ، وهى الجرعة أو التركيز الكافى لقتل ٥٠٪ من الأفراد المعرضة له ، كذلك قد يعبر عنه باصطلاح (Effective dose LD_{50}) . وهذه القيمة هامة جدًّا فى تقدير درجة حساسية السلالة المختبرة ، كما تفيد فى مقارنة سمية مجموعة مختلفة من المركبات على نوع معين من الحشرات ، أو مقارنة حساسية سلالات مختلفة لمبيد معين . وعند تقييم كفاءة مجموعة من المبيدات ضد آفة ما تحسب قيمة دليل السمية Toxicity index وفقا لمعادلة (Sun عام ١٩٥٠) على النحو التالى :

$$\text{دليل السمية} = \frac{\text{قيمة } LC_{50} \text{ لأكثر المبيدات المختبرة كفاءة}}{\text{قيمة } LC_{50} \text{ للمبيد الآخر}} \times ١٠٠$$

مع إعطاء أفضل مبيد (له أصغر قيمة LDSO) درجة ١٠٠ ، وتأخذ المبيدات الحشرية درجات أقل من ١٠٠ بالنسبة لقيم LC_{50} لها ، كما يمكن مقارنة كفاءة المبيدات الحشرية بعضها ببعض بتقدير الكفاءة النسبية Relative potency ، ويعبر عنه بعدد مرات Folds كفاءة المركب ، بالمقارنة بأقل مركب يحدث تأثيراً ساما (أعلى قيمة فى LC_{50}) :

$$\text{الكفاءة النسبية} = \frac{\text{قيمة } LC_{50} \text{ لأقل المبيدات المختبرة كفاءة}}{\text{قيمة } LC_{50} \text{ للمبيد الآخر}} = \text{..... مرة}$$

والمثال التالى يوضح مقياس دليل السمية والكفاءة النسبية شكل (١ — ١٣) .



دليل السمية : مركب A = ١٠٠ — الكفاءة النسبية : مركب A = ١٥,٠
مركب B = ٢٠ — مركب B = ٣,٠
مركب C = ٦,٧ — مركب C = ١,٠

شكل (١ - ١٣) : دلالات خط السمية والكفاءة النسبية للمبيد .

٢ ـــ يفيد الميل فى معرفة درجة تماثل الأفراد المختبرة من حيث استجابتها للمبيد . وكلما كانت الأفراد أكثر تماثلاً Homogenous فى حساسيتها أو مقاومتها للمبيد ، زاد ميل الخط ، وكان أكثر انحداراً Steepness . وكلما كانت الأفراد أقل تماثلاً فى استجابتها للمبيد ، قل ميل الخط ، كان أكثر أفقيه Flatness . وميل الخط مهم جدًا فى معرفة موقف السلالة من حيث درجة مقاومتها للمبيد ، والتنبؤ بظهور المقاومة ، والتفرقة بين التحمل الفائق والمقاومة . وتماثل ميل الخطوط يدل على تماثل طريق الفعل السام . ويمكن معرفة مدى ميل الخط بحساب نسبة $\frac{LC_{90}}{LC_{50}}$ وكلما قلت القيمة الناتجة ، دل ذلك على زيادة ميل الخط ، والعكس صحيح .

ثامناً : بعض العلاقات والمتغيرات المرتبطة بخطوط السمية

١ ـــ الحصول على سلالة مقاومة لمبيد ما عن طريق الضغط الانتخابى

Insecticide selection pressure

يمكن تحت الظروف المعملية التوصل إلى سلالة مقاومة لمبيد ما معلومة درجة مقاومتها ، كما يمكن فى نفس الوقت دراسة تطور ونمو ظاهرة المقاومة Development of resistance . وتتطلب هذه الدراسة وجود سلالة قياسية (حساسة) Susceptible strain . نأخذ مجموعة من أفراد هذه السلالة ونعرضها لجرعات تسبب الموت بنسبة ٣٠٪ من الأفراد (LD_{30}) ، اختيرت هذه الجرعة حتى لاتتعرض السلالة لضغط انتخابى قاس (عند تعريضها مثلاً LD_{90} ، الأمر الذى قد يؤدى إلى تدهور السلالة ، ثم يعرض الجيل الأول لنفس الجرعة ، ويقاس مستوى المقاومة ، وتترك الأفراد الحية للتزاوج . ويعرض الجيل الثانى لنفس الجرعة ، ويقاس مستوى المقاومة ، وتترك الأفراد الحية للتزاوج ، وهكذا لعدة أجيال حتى نصل إلى مستوى المقاومة شكل (١ ـــ ١٤) .

والمثال المبسط التالى يوضح ذلك .

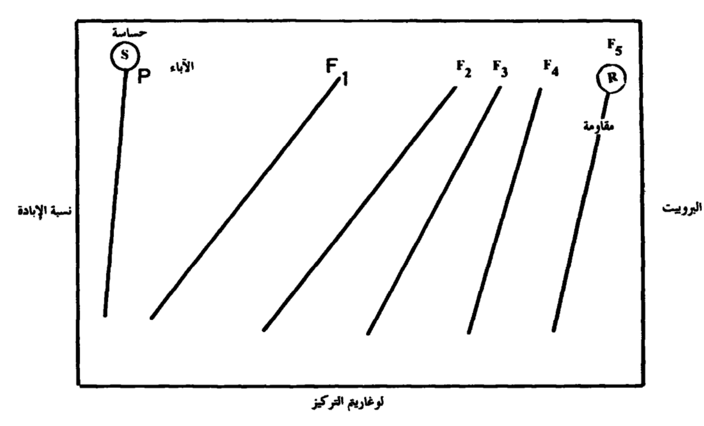
الجيل الأول $F_1 = \frac{LD_{50}\ F_1}{LD_{50}\ s.s.}$ = ١ (السلالة حساسة)

الجيل الثانى $F_2 = \frac{LD_{50}\ F_2}{LD_{50}\ s.s.}$ = ٢ (تحمل طبيعى)

الجيل الثالث $F_3 = \frac{LD_{50}\ F_3}{LD_{50}\ s.s.}$ = ٩ر٢ (تحمل فائق)

الجيل الرابع $F_4 = \frac{LD_{50}\ F_4}{LD_{50}\ s.s.}$ = ٥ر٦ (تحمل فائق)

الجيل الخامس $F_5 = \frac{LD_{50}\ F_5}{LD_{50}\ s.s.}$ = ٠ر١٠ (أو أكثر مقاومة)

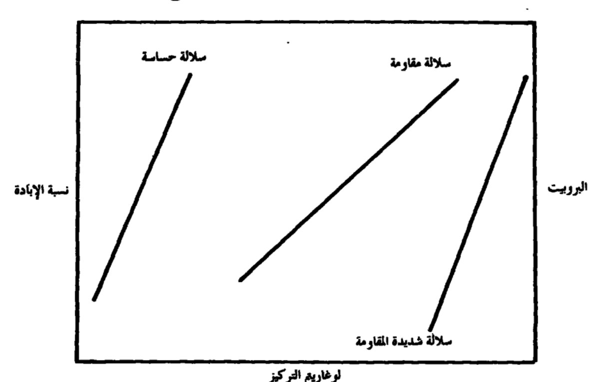


شكل (١ - ١٤) : نمو وتطور مقاومة حشرة ما ضد مبيد معين مع تعرضها لضغط إنتخابى بجرعة تحت مميتة لعدة أجيال متعاقبة .

وقبل معاملة أى مجموعة حشرية بالمبيد يكون معظم أفرادها حساساً ، والقليل منها مقاوماً (لايزيد عن ١٪) . وهذه النسبة قد تتاح لها فرصة الدخول فى الاختيار ، وحتى لو دخلت ، فهى لاتؤثر على النتيجة . ويظهر التماثل فى نتيجة اختبار السلالة كما لو كانت كلها حساسة ، وبذا تكون قيمة LD_{50} ، منخفضة ، وميل الخط شديد الانحدار (مؤشر لمستوى الحساسية المرتفع) . وبتكرار استعمال المبيد يقتل عدد من الأفراد الحساسة ، بينما لاتتأثر الأفراد المقاومة ، فتزداد نسبة الأخيرة فى المجتمع ، وهكذا حتى نصل إلى مستوى المقاومة المرتفع باستمرار التعريض للمبيد الحشرى . وينطبق ذلك على حالات المقاومة التى ظهرت فى الطبيعة ، أو التى تم الحصول عليها بالضغط الانتخابى تحت ظروف المعمل . وحتى الآن لم نصل إلى وجود سلالة جميع أفرادها مقاوم فى الطبيعة ، وذلك لأنه لايمكن الاستمرار فى استخدام المبيد عندما تظهر نسبة كبيرة من الأفراد المقاومة لهذا المبيد ، بل يتم استبداله بمبيد آخر . وإذا فرض أن استمر استعمال المبيد ، فإن نسبة من الأفراد تتفادى الرش أو تهرب منه إلى منطقة أخرى (التجنب Avoidance) ، كما أن حشرات حساسة من مناطق مجاورة غير مرشوشة بالمبيد قد تنتقل إلى المناطق المرشوشة وتختلط بالحشرات هناك .

ويفسر ذلك بأن المقاومة ترجع إلى وجود جين أو جينات خاصة بالمقاومة ، حيث إن استعمال المبيد يقتل نسبة من الأفراد الحساسة كل جيل وتزداد نسبة هذه الجينات بين الأفراد المتنقية . وكلما زاد عدد

جينات المقاومة فى تركيب الفرد الوراثى ، ازداد مستوى مقاومته للمبيد . ومع استمرار الضغط الانتخابى تزداد قيمة LD_{50} ، وينخفض ميل الخط حتى نصل إلى سلالة على أقصى درجة من عدم التماثل ، ثم يأخذ الميل فى الازدياد مرة ثانية مع زيادة تماثل أفراد السلالة (كما هو واضح فى الشكل (١ ــ ١٥) .



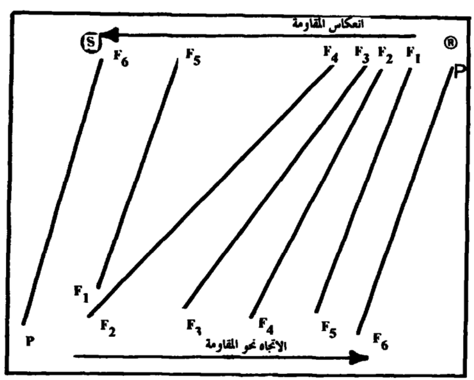
شكل (١ - ١٥) : خطوط السمية الناتجة أثناء إجراء ضغط إنتخابى بمبيد ما لتكوين سلالة مقاومة للمبيد - (لاحظ إختلاف ميل الخط) .

٢ ــ فى حالة انعكاس المقاومة **Reversion of resistance**

تزداد قيمة LD_{50} ، ويتغير ميل الخط تبعاً لمستوى المقاومة التى تصل إليها السلالة . وعند توقف استخدام المبيد يحدث مايطلق عليه انعكاس المقاومة ، أى أن مايحدث لخط السمية هو عكس مايظهر فى حالة تكوين سلالة مقاومة للمبيد ، حيث يتحرك الخط من اليمين إلى الشمال ؛ أى اتجاه التركيزات المنخفضة ، فتقل قيمة LD50 ، ويتغير ميل الخط ، بعكس عند تكوين السلالة المقاومة شكل (١ــ١٦) .

٣ ــ إذا لم يوجد بالسلالة الحساسة أى فرد مقاوم أو ذى تحمل فائق

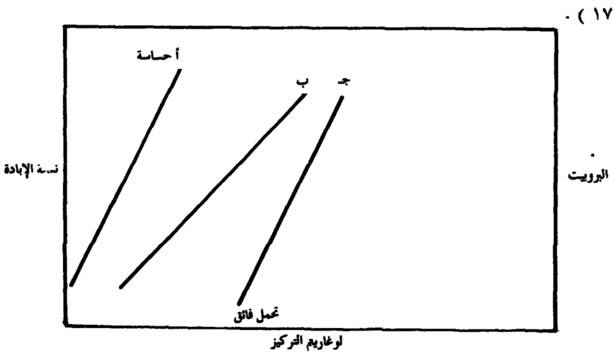
إذا كان لدينا ٢١٠٠ حشرة من نوع ما ــ عرض منها ١٠٠ فرد للاختبار ، ورسمنا خط السمية فإن الخط الناتج هو (أ) . وإذا عرضنا الألفى حشرة الباقية لتركيز كاف لقتل ٥٠٪ من الأفراد يتبقى ١٠٠٠ فرد أكثر تحملاً للمبيد . وبإعادة الاختبار عليها بغرض أن استعمال المبيد فى الاختبار الأول لن يؤثر على نتيجة الاختبار الثانى (افتراض نظرى غير صحيح عمليًا) ، فإن خط السمية سيكون كالخط (ب) ، حيث لاترتفع درجة تحمل الأفراد ذوى القدرة الأكبر على تحمل المبيد ، فى حين تكون نسبة الأفراد الأكثر حساسية قد نقصت .



شكل (١ - ١٦) : خطوط السمية تبين التحرك من المقاومة إلى إنعكاس المقاومة والعكس .

٤ ــ إذا وجدت بالسلالة نسبة ضئيلة من الأفراد ذوى التحمل الفائق

مع استمرار الضغط الانتخابى بالمبيد تزداد نسبة الأفراد ذوى التحمل الفائق . و فى النهاية يصبح الجميع ذوى تحمل فائق ، وتزداد قيمة LD50 ، من ٢ ــ ٩ أمثال (أقل من عشرة أمثال ، والتى تمثل بداية المقاومة ، ويكون ميل الخط (ج) مماثلاً لما كان عليه فى حالة السلالة الحساسة شكل (١ ــ ١٧) .



شكل (١ ــ ١٧) : خط السمية للسلالة الحساسة والسلالة التى بها نسبة قليلة ذات تحمل فائق

٥ ـ إذا كانت الأفراد المختبرة خليطاً من أفراد حساسة وأخرى مقاومة

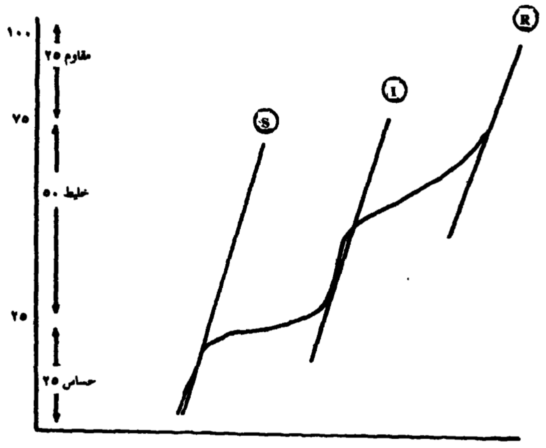
كما سبق ذكره أنه لكى نحصل على علاقة خطية بين لوغاريتم تركيز المبيد ودرجة الاستجابة بالبروبيت يلزم أن تمتاز العشيرة بصفة التماثل النسبى ، وهى تتبع فى ذلك منحنى التوزيع المعتدل وهذا يظهر بوضوح فى حالة السلالة الحساسة وحالة السلالة الشديدة المقاومة ، ولكن تحتوى السلالات الموجودة فى الطبيعة على خليط من أفراد حساسة وأخرى مقاومة ، وذلك نتيجة لاستعمال المبيدات .

وفى مثل هذه العشائر إما ان تكون صفة المقاومة سائدة شكل (١ ــ ١٨) ، حيث نجد أن الأفراد المختلطة فى تركيبها الوراثى لجين المقاومة تماثل الأفراد المقاومة فى تحملها للمبيد ، أو تكون صفة المقاومة متنحية ، وهى تماثل الأفراد الحساسة .

وهناك رأى مخالف يشير إلى أن المقاومة ليست سائده تماماً أو متنحية تماماً، ولذا .. فإن الفرد الهجين ذا التركيب الوراثى المختلط) سيختلف تحمله إلى حد ما عن الأفراد الحساسة أو المقاومة . وفى هذه الحالة إذا اختبر تحمل عشيرة مختلطة من أفراد حساسة وأخرى هجين ، فإن خط السمية لن يكون مستقيماً ، بل سينثنى عند نسبة الوفاة المقابلة لنسبة الأفراد الحساسة فى العينة المختبرة . وتتكون هضبة شكل (١ ــ ١٩) . وفى هذه المنطقة لاتؤدى زيادة تركيز المبيد إلى زيادة نسبة الموت . وإذا وجد أفراد حساسة وأخرى هجين وثالثة مقاومة ، فإن الخط سينثنى مرة أخرى عند النسبة المقابلة لمجموع نسبة الحساس والهجين . وكلما زاد الفرق بين تحمل الأفراد الحساسة والأفراد الهجين أو المقاومة ، كبرت الهضبة الممثلة لذلك .



شكل (١ – ١٨) : السيادة التامة Complete dominance



شكل (١ – ١٩) السيادة غير التامة Partial dominance

ss حساس أو RR مقاوم ← التركيب الوراثى Genotype

الآباء Parents RRx SS

الجيل الأول F RS

الجيل الثانى F (انعزال Segregation)

	R	R
S	RS	RS
S	SR	SR

SS: RS: RR (السيادة غير التامة Partial dominance)

1: 2: 1 بينما تظهر السيادة التامة عند نسبة ٣ : ١

	R	S
R	RR	RS
S	SR	SS

وكمثال لما سبق ما وجد عند دراسة تحمل بعوض الأنوفيليس للديلدين . فعند محاولة رسم خط مستقيم يمثل العشيرة كلها ، فسيكون هو الخط (أ) ، ولكن إذا رسم الخط الذى يصل النقط السبع بعضها (ب) ، فسيظهر منحنى وبه هضبة عند نسبة وفاة ٧٩٪ ، فإذا أخذت هذه النسبة للدلالة على نسبة الأفراد الحساسة فى العشيرة ، فإن الثلاث نقط الأولى تمثل الأفراد الحساسة التى تقتل بالتركيزات المنخفضة من المبيد ، حيث لا تؤدى هذه التركيزات إلى قتل أى فرد مقاوم . وتمثل هذه النقط ، كما يظهر فى الشكل (١ ــ ٢٠) ، حوالى ٤٥ ، ٦٤ ، ٧٥٪ من المجموع الكلى للأفراد الحساسة والمقاومة معاً .

ويمكن تعديل هذه النسبة على أساس تعداد الأفراد الحساسة فقط كالآتى :

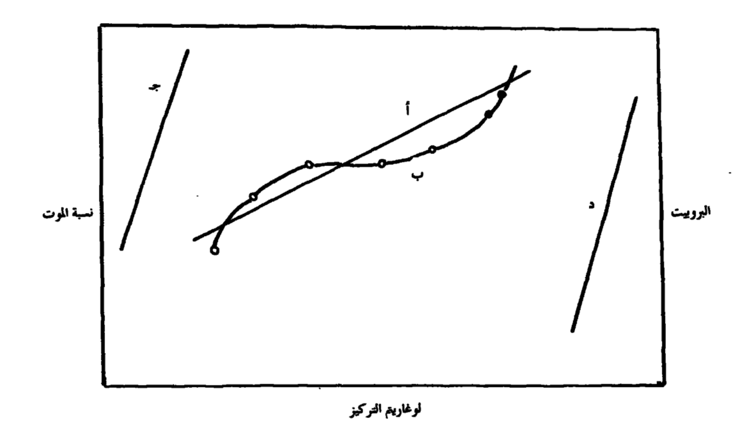
٤٥٪ نسبة موت من المجموع الكلى تمثل = $\frac{٤٥ \times ١٠٠}{٧٩}$ = ٧٥٪ تقريباً من الأفراد الحساسة فقط .

٦٤٪ نسبة موت من المجموع الكلى تمثل = $\frac{٦٤ \times ١٠٠}{٧٩}$ = ٨١٪ تقريباً من الأفراد الحساسة فقط .

٧٥٪ نسبة موت من المجموع الكلى تمثل = $\frac{٧٥ \times ١٠٠}{٧٩}$ = ٩٥٪ تقريباً من الأفراد الحساسة فقط .

وبهذا يمكن تمثيل نسبة الموت فى الأفراد الحساسة فقط بالخط (جـ)

ويمكن رسم خط السمية للثلاث نقط الأخيرة على أساس أنها تمثل موت كل الأفراد الحساسة (٧٩٪) ، مضافاً إليها نسبة أخرى من الأفراد المقاومة . وعلى هذا تصحح نسبة الموت للثلاث نقط الأخيرة (ابتداء من انثناء الخط مرة أخرى) على أساس طرح نسبة الأفراد الحساسة من النسبة الكلية ، حتى تتبقى لنا نسبة الأفراد المقاومة ، وهى تمثل (١٠٠ − ٧٩ = ٢١٪) ، فمثلاً النقطة الأولى بعد انثناء الخط مقابلة لحوالى موت بنسبة ٨٠٪ بطرحها من ٧٩٪ = ١٪ ، وهو يمثل $\frac{١ \times ١٠٠}{٢١}$ = ٥٪ وفاة من الأفراد والنقطة الثانية ٨٦٪ من المجتمع الكلى ، أى حوالى ٧٪ ، وهو يمثل $\frac{١٥ \times ١٠٠}{٢١}$ = ٣٣٪ وفاة من الأفراد المقاومة ، والنقطة الثالثة ٩٤٪ من المجتمع الكلى ، أى حوالى ١٥٪ وهو يمثل $\frac{١٥ \times ١٠٠}{٢١}$ = ٧١٪ وفاة فى الأفراد المقاومة ، وبالتالى فإن خط السمية للأفراد وحدها سيكون الخط (د) . إذا تكونت هضبة واحدة تكون سيادة كاملة للجين Complete dominace of R gene ، وإذا تكونت أكثر من هضبة يعتبر هذا سيادة غير كاملة Partial dominance of R gene .



شكل (١ ــ ٢٠) : خطوط السمية لمجموع حشرى من إناث بعوض الأنوفيليس معرضة لمبيد الديلدرين

٦ ــ إذا عرضت الحشرات لمبيد مضاف إليه عامل منشط

العامل المنشط هو عبارة عن مادة كيميائية غير سامة إذا أضيفت للمبيد تزيد من سميته . ومن أمثلة المنشطات (Sulfoxide- Sesamine Oil- Bucarpolate- Piperonyl butoxide) وقد ترجع طريقة فعل العامل المنشط إلى قدرته على زيادة معدل تحلل المبيد أو تثبيط الإنزيم الهادم للمبيد ، أو زيادة نسبة المبيد الذى تلتقطه الحشرة . ويمكن قياس نسبة التنشيط (درجة التنشيط) Synergistic ratio (S. R.) ، أو Degree of synergism ، أو قد يسمى معامل السمية المشتركة Cotoxicity Coefficient وفقاً للمعادلة التالية :

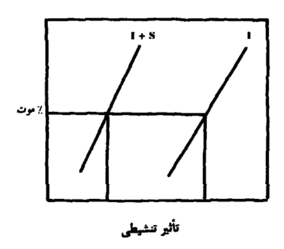
$$S.R. = \frac{LD_{50} \text{ oF insecticide alone}}{LD_{50} \text{ oF insecticide synergist}}$$

إذا كان ناتج S. R = واحداً صحيحاً يقال إن التأثير إضافى Additive

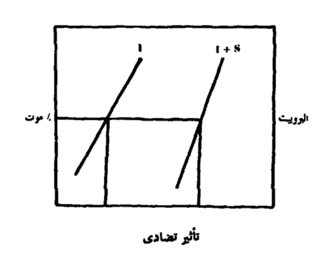
إذا كان ناتج S . R. = أقل من واحد صحيح يقال إن التأثير تضادى Antagonism

إذا كان ناتج S. R = أكثر من واحد صحيح يقال إن التأثير تنشيطى Synergism

وهناك معياران يؤخذان فى الاعتبار عند تقييم المنشطات هما قيمة LD50 والميل .. ، حيث تفيد قيمة LD50 ، فى تحديد فعل إضافة المادة المنشطة للمبيد هل هى تحدث تنشيطاً أم تضادا ، فكلما قلت قيمة LD50 ــ كنتيجة لإضافة المادة المنشطة ــ دل هذا على حدوث تنشيط ، بينما زيادة قيمة LD50 ، نتيجة إضافة المنشط تدل على حدوث التضاد شكل (١ ــ ٢١) . أما الميل ، فهو يفيد فى معرفة طريقة تأثير المنشط فمثلاً إذا كان العامل المنشط يخفض من سرعة هدم المبيد نتيجة لتثبيط الإنزيم الهادم له ، فإن خط السمية للمبيد والمنشط معاً يكون ذا ميل أكبر من ميل خط المبيد منفرداً ، ويرجع ذلك إلى أن الحشرات المختبرة أصبحت أكثر تجانساً بالنسبة لتحملها للمخلوط عن المبيد منفرداً ، حيث تصبح الأفراد المقاومة للمبيد نسبيًّا كالحشرات الحساسة نتيجة تأثير العامل المنشط فى تثبيط الإنزيم الهادم للمبيد . أما إذا كان العامل المنشط يزيد من معدل تخلل المبيد ، أو زيادة نسبة المبيد الذى تلتقطه الحشرة ، فإن ميل الخط فى المخلوط يكون موازيًّا لميل خط المبيد منفرداً . وتفسير ذلك أن عمل المنشط هو رفع نسبة المبيد الذى تلتقطه الحشرة ، أى التعريض لتركيز أعلى من التركيز المبيد منفرداً شكل (١ ــ ٢٢)

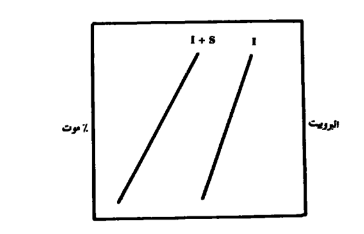


تأثير تنشيطى



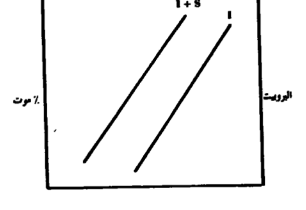
تأثير تضادى

شكل (١ - ٢١) : التأثير التنشيطى والتضادى للمبيد المضاف إليه عامل منشط



لوغاريتم التركيز

المنشط يعمل على تنشيط النظام الإنزيمى
الهادم للمبيد أى يزداد الميل
(تماثل الأفراد الحساسة والمقاومة بتأثرها للمبيد)

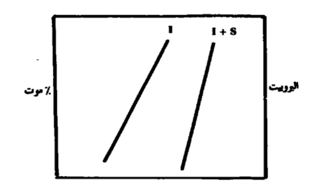


لوغاريتم التركيز

المنشط يزيد من معدل تخلل المبيد
(الميل مواز فى الحالتين

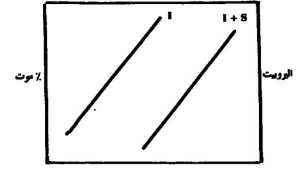
شكل (١ ــ ٢٢) ميل خط المبيد وعلاقته بالنشاط الأنزيمى والتخلل .

ملحوظة : يمكن من معرفة الميل تقييم فعل المادة المنشطة عند إحداثها لظاهرة التضاد بنفس النظام السابق كما هو موضح فى شكل (١ ــ ٢٣) .



لوغاريتم التركيز

أى أن المنشط يعمل على تنشيط النظام الإنزيمى الهادم للمبيد (فعل تضادى) . ويزداد (تماثل المقاومة والحساسية .



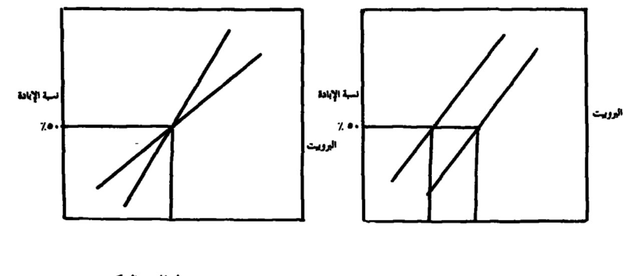
لوغاريتم التركيز

المنشط يعمل على خفض تركيز المبيد الذى [illegible] الحشرة ، أو الذى يتخلل الحشرة (الميل متو[illegible] الحالتين) .

شكل (١ – ٢٣) : ميل خط المبيد وعلاقته بالنشاط الانزيمى والتخلل .

هل توجد علاقة بين تساوى قيم LD50 وطريقة تأثير المبيد

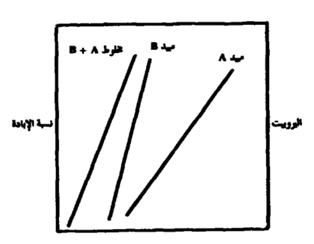
للإجابة على هذا السؤال ينبغى أن يؤخذ فى الاعتبار أن قيمة LD50 ، هى معيار لكفاءة المركب فى إحداث الأثر السام . أما طريقة تأثير المبيد فتحكمها قيمة الميل ، فتوازى الميل يعنى تساوى طريقة التأثير ، وعدم توازيه يعنى اختلاف طريقة التأثير شكل (١ ــ ٢٤) .



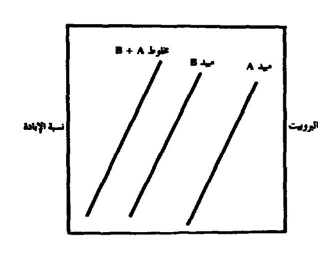
شكل (١ - ٢٤) : العلاقة بين قيم الجرعة القاتلة النصفية وطريقة التأثير .

٧ ــ فى حالة مخلوط من مبيدين (الفعل المشترك) Joint action

يفيد الميل فى معرفة طريقة التأثير ، فإذا كان العامل المقوى Potentiator مبيداً آخر ذا طريقة فعل مختلفة ، فإن ميل الخطوط يكون مختلفاً . ويقال على هذه الحالة التأثير المستقل للفعل المشترك Independent or dissimilar joint action ، أما إذا كان العامل المقوى مبيداً آخر له نفس طريقة الفعل ، فإن الميل يكون واحداً فى الخطوط ، أى تكون الخطوط متوازية . ويقال على هذه الحالة التأثير المشابه للفعل المشترك Dependent or similar joint action . شكل (١ ــ ٢٥) .



لوغاريتم التركيز
(التأثير المستقل للفعل المشترك)



لوغاريتم التركيز
(التأثير المتشابه للفعل المشترك)

شكل (١ – ٢٥) : الفعل المشترك لخاليط المبيدات .

ويمكن قياس معامل السمية المشتركة Cotoxicity Coefficient نتيجة خلط مبيدين معا بمجموعة من القوانين ، منها :

(أ) معادلة Johnson عام ١٩٦٠

$$\text{Cotoxicity Coefficient} = \frac{\text{Actual toxicity index of mixture}}{\text{Theoretical toxicity index of mixture}} \times 100$$

(ب) معادلة Mansour وآخرين عام ١٩٦٦

$$\text{Cotoxicity Factor} = \frac{\text{Observed mortality (\%)} - \text{Expected mortality (\%)}}{\text{Expected mortality (\%)}}$$

إذا كانت النتيجة + ٢٠ فأكثر تعتبر تقوية

إذا كانت النتيجة – ٢٠ أو أكثر تعتبر تضادا

إذا كانت النتيجة مابين – ٢٠ ، + ٢٠ تعتبر إضافة

(جـ) معادلة Salem عام ١٩٧٠

$$\text{Cotoxicity Foctor} = \frac{\text{(Actual dose of A in mixture)}}{\text{(Estimated dose of A singly)}} + \frac{\text{(Actual dose of Bin mixture)}}{\text{(Estimated dose of Bsingly)}} \times 100$$

إذا كانت النتيجة ٢٥٪ فأكثر تعتبر تقوية

وإذا كانت النتيجة – ٢٥٪ فأكثر تعتبر تضادا

وإذا كانت النتيجة مابين – ٢٥٪ ، + ٢٥٪ تعتبر إضافة

٨ ــ اختيار المبيد الحشرى للتطبيق الحقل
Selection of an insecticide for Field application

عند إجراء تجارب التقييم الأولى للمبيدات الحديثة تحت ظروف المعمل تجرى عمليات التحليل الإحصائى لاستخراج مستوى سمية المبيدات تحت الاختبار . وقد أشار Sun عام ١٩٦٦ إلى وجود علاقة بين مستوى الكفاءة المعملية للمبيدات والجرعات اللازمة للتطبيق الحقلى . ومن المعروف أن الآفة أكثر تحملاً للمبيد تحت الظروف الحقلية ، ولذا .. فإن الجرعة الحقلية أو معدل التطبيق الحقلى يكون تقريبا حوالى ١٠ أضعاف قيمة الكفاءة السمية للمبيد تحت الظروف المعملية . وحتى يمكن الوصول إلى معدل التطبيق يلزم إجراء العديد من التجارب الحقلية ، وهذه عملية مكلفة اقتصاديا . وقد قام Sun بإجراء التجارب المعملية لتقدير الكفاءة النسبية لمجموعة من المبيدات ضد عدة أنواع من الآفات مع توحيد طريقة المعاملة ، ثم قارنها مع معدلات التطبيق الفعالة لهذه المبيدات تحت الظروف الحقلية ، والتى حصل عليها من المراجع . وتم تمثيل النتائج على ورق لوغاريتمى لدراسة مدى الارتباط . وقد أظهرت نتائجه أن خط الانحدار الذى تقع فيه النقاط الممثلة يظهر العلاقة التالية :

$$\text{Log. } Y = a + b \log. X$$

حيث إن X = معدل السمية فى المعمل .

حيث إن Y = معدل الجرعة المستخدمة فى الحقل .

وقد أوضحت النتائج أن قيمة a = ٠,٠٠٤١ ، وقيمة b = ٠,٤٨٧٥ .

وقد طبق Sun هذه المعادلة لتحديد معدلات استخدام المبيدات ضد خمسة أنواع من الآفات . وأظهرت النتائج معدلات عالية من الإبادة لهذه الآفات فى الحقل . ويمكن تطبيق هذه المعادلة على المبيدات الحشرية الحديثة تحت نظرية « من أنبوبة الاختبار إلى الحقل » . وتعتمد صلاحية هذه العلاقة على مدى انعكاس التقييم المعملى على كفاءة المبيد تحت الظروف الحقلية .

٩ ــ التنبؤ بحالة السلالة فى المستقبل

مع ملاحظة ميل خط السمية وقيمة LD_{50} ، لسلالة ما باستمرار تعرضها لمبيد معين عند مكافحتها فى الطبيعة يمكن معرفه مدى حدوث أى تغير فى درجة تحمل السلالة للمبيد المستعمل . ويمكن أيضاً معرفة سبب تغير تحمل السلالة للمبيد ، بمعنى أن يعرف ما إذا كان التغير راجعاً إلى تحول السلالة من الحساسة إلى التحمل الفائق ، أو نتيجة وجود أفراد مقاومة حقيقية للمبيد . وفى بعض الأحيان يمكن حساب نسبة الأفراد المقاومة إلى مجموع الأفراد فى العشيرة المختبرة ، فيعرف مدى التغير المتوقع حدوثه مستقبلاً .

إذا قدرت سمية مبيدات مختلفة على نوع من الحشرات جمعت من الحقل ، وذلك قبل استعمال هذه المبيدات لأول مرة فى المنطقة ، ثم رسم خط السمية ، فإن ميل الخط يساعد على التنبؤ بسرعة

تكوين السلالة المقاومة لأى من المبيدات المختبرة ، فكلما قل ميل خط السمية ، دل ذلك على إمكانية تكوين السلالة المقاومة بشكل أسرع ، حيث يمثل ميل الخط مدى تماثل أو تجانس المجموعة من حيث تحملها للمبيد . وانخفاض الميل يعنى قلة التجانس ، أى وجود نسبة من الأفراد المقاومة مع الأفراد الحساسة . وبالطبع إذا تماثلت طريقة توريث المقاومة ، فإنه كلما زاد عدد الأفراد المقاومة ، لمبيد ما فى الطبيعة قبل استعماله لأول مرة ، كان تكوين السلالة المقاومة له أسرع . وعدم التعرف على أى فرد مقاوم للمبيد لايعنى أنه لن تتكون سلالة مقاومة له ، وذلك لأن نسبة جين المقاومة قد تكون منخفضة فى العشيرة ، فيصعب العثور على الفرد المقاوم ، ولذلك فإنه يحسن إجراء الاختبار على عدد كبير جدًا من الأفراد ، واستعمال تركيزات مرتفعة من المبيد ، حتى يمكن العثور على الأفراد المقاومة .

وتتوقف سرعة تكوين سلالة مقاومة لمبيد ما على توزيع الجين المسبب للمقاومة ، فكلما زاد توزيعه ، أسرع ذلك من تكوين السلالة المقاومة . ويمكن التنبؤ بهذه السرعة بالتحليل الوراثى للعشيرة قبل استعمال المبيد لأول مرة . وبعد معرفة نظام توريث المقاومة وعدد الجينات المتحكمة فى وراثة المقاومة لمبيد ماأدى ذلك إلى بطء تكوين السلالة المقاومة .

تاسعاً : التقييم الحيوى لبعض الاتجاهات الحديثة فى المكافحة

(أ) المعقمات الكيميائية Chemosterilants

١ ــ تأثير المعقم الكيميائى على الكفاءة التاسلية Fecundity

وفقا للمعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للنقص فى الكفاءة التناسلية} = \frac{\text{عدد البيض فى المقارن ــ المعامل}}{\text{المقارن}} \times ١٠٠$$

٢ ــ تأثير المعقم الكيميائى على نسبة الفقس Rate of hatchability

وفقا للمعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للفقس} = \frac{\text{عدد البيض الذى تم فقسه}}{\text{عدد البيض الموضوع}} \times ١٠٠$$

٣ ــ تأثير المعقم الكيميائى على نسبة التحكم فى الفقس Control of hatchability

وفقا للمعادلة الآتية :

$$\text{نسبة التحكم فى الفقس} = \frac{\text{عدد البيض الفاقس فى المقارن ــ المعامل}}{\text{المقارن}} \times ١٠٠$$

٤ ـــ تأثير المعقم الكيميائى على نسبة العقم **Percentage of Sterility**

وفقاً للمعادلات الآتية :

(أ) النسبة المئوية للعقم الملاحظة = ١٠٠ ـــ النسبة المئوية للفقس (معادلة رقم ٢)

(ب) النسبة المئوية للعقم المصححة =

$$\frac{\text{النسبة المئوية للعقم الملاحظة فى المعامل ـــ المقارن}}{\text{١٠٠ ـــ المقارن}} \times ١٠٠$$

٥ ـــ تقدير عامل الأمان **Safety factor**

يتم ذلك بعمل خط سمية للمعقم الكيميائى ، واستخراج قيمة LD_{50} ، ثم عمل خط عقم واستخراج قيمة SD_{50} ، ثم تطبق المعادلة الآتية وفقا لما أشار إليه Borkovec عام ١٩٦٦ .

عامل الأمان الأول $(SF_1) = \frac{LD_{50}}{SD_{50}}$ إذا كان الناتج يساوى (٥) أو أكثر يمكن استخدام المادة كمعقم ناجح .

٦ ـــ خفض الاقتدار التناسلى **Reduction of reproductive potential**

وذلك وفقاً للمعادلة الآتية :

٪ النقص فى الاقتدار التناسلى =

$$\frac{\text{عدد البيض الفاقس فى المعاملة} \times \text{عدد البيض الموضوع فى المعاملة}}{\text{عدد البيض الفاقس المقارنة} \times \text{فى عدد البيض الموضوع فى المقارنة}} \times ١٠٠$$

(ب) هرمونات الحداثة **Juvenile hormones**

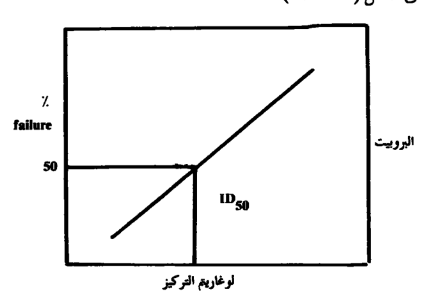
١ ـــ Graded Scoring

عند معاملة اليرقة أو العذراء يمكن تقيم وحساب التأثير على التكوين الشكلى Morphogenetic Juvenilization ، أو مايطلق عليه تقدير الهدف (Score) ، وذلك بضرب عدد العذارى أو الحشرات الكاملة فى معدل نشاطها الحسابى Numerical activity ratings ، وقسمة الناتج على عدد اليرقات أو العذارى المعاملة ، على أساس أن الفرد العادى أو غير المتأثر يأخذ درجة صفر . ويزداد معدل الدرجة بزيادة وحدة التأثير ، ومنها يمكن حساب التأثير الكلى ، وذلك وفقاً لمعادلة RedFern وآخرين عام (١٩٧٠) .

مثال : إذا نمت ثلاث عذارى بمعدل ٣ درجات ، و ٧ عذارى بمعدل ٤ درجات ، فيكون تقدير الهدف = $\frac{٤ \times ٧ + ٣ \times ٣}{١٠}$ = ٣,٧

Quantal scoring — ٢

قام العديد من الباحثين بتقييم كفاءة هرمون الحداثة المخلق باستخدام الجرعة المؤثرة ، أو (ED_{50}) Effective dose ، وهى الجرعة الكافية لإحداث ٥٠٪ تأثير أو مايطلق عليه ID_{50} (Inhibitory dose) ، سواء أكان هذا التأثير فى صورة فشل فى تحول اليرقة إلى عذراء ، أم فى تحول البيضة الى يرقة ، أم فى تحول العذراء إلى حشرة كاملة عادية عند معاملة العذراء . ويمكن تمثيل النتائج المتحصل عليها على ورق لوغاريتمى شكل (١ — ٦) .



شكل (١ - ٢٦) : تمثيل كفاءة هورمون الشباب .

٣ — الفعل التعقيمى **Sterility action**

كما سبق ذكره فى تمثيل نتائج المعقمات الكيميائية .

(جـ) : مانعات التغذية **Antifeedants**

١ — تقدير نسبة الموت **Mortality rate**

كما سبق ذكره فى تمثيل نتائج المبيدات

٢ — تقدير نسبة التجويع **Percentage of starvation**

يعتبر هذا المقياس أدق المعايير لبيان فاعلية مانع التغذية ، حيث إن طريقة فعل هذه المركبات هى منع الحشرة عن التغذية ، وبالتالى انخفاض أو ثبات وزن الحشرة المعاملة . وفى مثل هذا النوع من التقييم تلزم إضافة معاملة جديدة للتجربة ، وهى وضع يرقات صائمة (غير مغذاة) فى البرطمانات بنفس النظام المتبع فى المعاملات .

ولحساب نسبة التجويع تستخدم المعادلة الآتية :

$$\text{نسبة التجويع (\%)} = \frac{م - ع}{م - ص} \times ١٠٠$$

حيث إن م = الفرق فى الوزن (قبل وبعد التجربة) فى اليرقات المقارنة .

ع = الفرق فى الوزن (قبل وبعد التجربة) فى اليرقات المعاملة .

ص = الفرق فى الوزن (قبل وبعد التجربة) فى اليرقات الصائمة .

ويلزم لحساب نسبة التجويع وزن اليرقات قبل المعاملة مباشرة وبعد المعاملة بأربع وعشرين ساعة ، وتقدير الفرق فى الوزن ، فمثلاً إذا كان وزن اليرقة ٢٠ ملليجرام قبل المعاملة ، ثم أصبح وزنها عند الفحص ١٨ ملليجرام ، فإن الفرق فى الوزن يعادل (ـــ ٢ ميللجرام) . أما إذا كان وزنها عند الفحص ٢٢ ملليجرام ، فإن الفرق فى الوزن يعادل (+ ٢ ميللجرام) .

٣ ـــ حساب المساحة المتآكلة (المستهلكة) Area consumed

يتم حساب المساحة المستهلكة نتيجة لتأثير مانع التغذية بقياس مساحة الورقة النباتية قبل المعاملة على ورق مربعات ، أو باستخدام جهاز البلانيمتر ، ثم قياس المساحة التى استهلكت بفعل اليرقات بعد المعاملة بأربع وعشرين ساعة ، ثم تحسب المساحة المستهلكة تبعاً للمعادلة الآتية :

المساحة المستهلكة = مساحة الورق قبل المعاملة ـــ مساحتها بعد المعاملة

$$\text{معدل الاستهلاك} = \text{Consumption \%} = \frac{\text{مساحة الجزء المستهلك}}{\text{مساحة الورقة قبل المعاملة}} \times ١٠٠$$

ومن المعادلة السابقة يمكن استخراج معدل الحماية نتيجة لفعل مانع التغذية كما يلى :

$$\text{معدل الحماية Protection \%} = \frac{\text{مساحة الورقة قبل المعاملة ـــ مساحة الجزء المستهلك بعد المعاملة}}{\text{مساحة الورقة قبل المعاملة}} \times ١٠٠$$

أسس تقدير الكفاءة النسبية لمبيدات الآفات تحت الظروف الحقلية

بعد اجتياز المبيد مرحلة التقييم الحيوى تحت ظروف المعمل وتقدير كفاءته النسبية ، بالمقارنة بالمبيدات الموصى باستخدامها ، يأتى دور التجريب الحقلى Field trial ، حتى يمكن معرفة كفاءة المبيد تحت ظروف التطبيق الحقلى . وفى العادة تبدأ تجارب التقييم الحقلى بمساحات صغيرة . وكلما أثبت المركب قدرته فى مكافحة الآفة المستهدفة تزداد مساحة التجريب ، حتى نصل إلى مساحات قد تصل إلى ٥ آلاف فدان ، وهى بداية التطبيق على نطاق واسع للمبيد تحت التقييم .

وتختلف التجربة الحقلية عن البيان العملى فى الحقل ، حيث يعنى الأخير أخذ مساحتين من الأرض تعامل إحداهما بالمبيد المقترح ، بينما لاتعامل المساحة الأخرى وتترك كمقارنة Check . أما التجربة الحقلية الحقيقية ، فيجب أن تتم تحت ظروف إصابة متماثلة إلى حد ما فى المكررات المستخدمة .

العناصر الواجب توافرها لإجراء الاختبار الحقلى للمبيدات

١ ــ يجب توفر الاهتمام الشخصى الكامل للباحث بحيث يشرف على جميع مراحل العمل بنفسه إشرافاً كاملاً

٢ ــ اختيار المشرفين على التجربة من بين الأخصائيين المدربين تماماً من الذين يمكن الاعتماد عليهم لخبراتهم السابقة بمثل هذه التجارب .

٣ ــ توفر الكفاءة الكاملة فى الأدوات والآلات المستخدمة ، مثل آلات الرش والتعفير ، كما يجب أن يكون معلوماً على وجه الدقة سرعة تصرف المبيدات رشا وتعفيراً من هذه الآلات .

٤ ــ توفر الموقع المناسب للتجربة .

٥ ــ الإلمام بالمعلومات الدقيقة عن حياة وبيئة الآفة مجال المكافحة ، وعلاقة ذلك بالطريقة المثلى لاستخدام المبيد .

٦ ــ إذا كانت التوصيات المترتبة على نتائج التجربة الحقلية سوف يكون لها تطبيق واسع النطاق Large scale application ، فإنه يجب توفر ضمان الحصول على نتائج يعتد بها ، ولتأكيد ذلك يجب تكرار التجارب لعدة سنوات ، مع زيادة المساحة التى تجرى عليها التجربة Semi large scale . وفى كل عام يجب توجيه الاهتمام نحو تحديد التوقيت المناسب للتطبيق Proper timing . ويمكن تحديد التوقيت الصحيح للمعاملة بحيث يتفق مع نقطة الضعف فى تاريخ حياة الآفة .

٧ ــ لتقدير نتائج التجربة الحقلية يلزم الحصول دائماً على عينات لتقدير الأثر النسبى ، واختيار النظام المناسب لقياس مدى السمية ، وكذلك تحديد الطرق الدقيقة لأخذ العينات . وعموماً .. يتم تقييم الكفاءة النسبية للمبيدات بمعيار نسبة الإبادة (Mortality ٪) ، مثل تقييم كفاءة المبيدات ضد دودة القطن ، أو بمستوى إصابة الآفة (infestation ٪) ، مثل تقييم كفاءة المبيدات ضد ديدان اللوز .

٨ ــ أخيراً .. فإن تقييم النتائج يجب أن يتم بالوسائل الإحصائية لبيان مدى دلالة الفرق بين المعاملات بالمبيدات منسوبة للمقارنة .

٩ ــ بالإضافة إلى تقدير الأثر الفعال للمبيد يجب تسجيل طبيعة ومدى الآثار الجانبية للمركبات المختبرة على النبات Phytotoxicity ، وكذا الأثر الجانبى للمبيدات تحت التقييم على الأعداء الحيوية . وعموماً .. فهذه التأثيرات تعتبر عوامل محددة لقيمة أى مركب أو طريقة استخدامه .

عاشراً : تصميم التجربة الحقلية Design of Field experiment

من البديهى أن تتسم التجربة الحقلية ببساطة التصميم ، وخاصة إذا كانت هناك ضرورة لأخذ عينات لتقدير مستوى تعداد الآفة . وفى التجارب التى تحتاج إلى عدد كبير من المعاملات عند تقييم عدد كبير من المبيدات يلزم أن تكون النتائج المطلوب تقديرها أقل مايمكن . وغالباً مايكون مثل هذا النوع من التجارب غير مجدٍ ، خاصة إذا كانت الاختلافات فى كمية المحصول غير مرتبطة بتعداد الآفة . ومن هنا يفضل أن يكون عدد المعاملات فى التجربة الحقلية أقل ما يمكن ، وذلك بالاختيار الجيد للمعاملات بناء على تجارب التقييم الحيوى المعملية . أما إذا زادت المعاملات ، فلابد من توافر مساحة أكبر من الأرض ؛ مما يزيد من مخاطر التباين الواسعة فى طبيعة الأرض وغيرها من العوامل التى لايمكن التحكم فيها ، وهذا يقلل من دقة النتائج ، مما يزيد من صعوبة إجراء مقارنات دقيقة بين المعاملات المختلفة . وهناك مجموعة من العوامل القياسية يلزم أن تؤخذ فى الاعتبار عند تصميم التجربة الحقلية .

١ ــ التعبيرات الأساسية

عند اختبار مجموعة من المبيدات ضد آفة ما ، فإن كل مبيد يسمى متغيراً أو وحدة اختبار . وهذا المتغير يرش فى قطعة يطلق عليها قطعة Plot . ومن المعروف أن المبيد يكرر فى التجربة عدة مرات ويرمز للمساحة التى تحتوى على كل هذه المتغيرات بالشريحة أو Block . وغالباً مايستخدم تصميم الشريحة العشوائى Randomized block فى تجارب المبيدات مع استخدام ٣ ــ ٥ مكررات . ويتوقف عدد المكررات على عدد المعاملات ، ومساحة الأرض المتاحة ، وعلى الاختلافات فى طبيعة الأرض . ومعظم تجارب المبيدات تتكون من ٢٤ قطعة على الأقل . ومع أن التجارب العملية تحدد الجرعة الحقلية ، إلا أن تحلل المبيد بضوء الشمس والأمطار ومدى نمو النبات قد يؤثر على كفاءة هذه الجرعة ، وعليه .. يجب اختبار أكثر من جرعة تحت ظروف الحقل ، وكذا اختيار عدة أوقات للتطبيق الحقلى .

٢ ــ حجم قطعة الاختبار Plot size

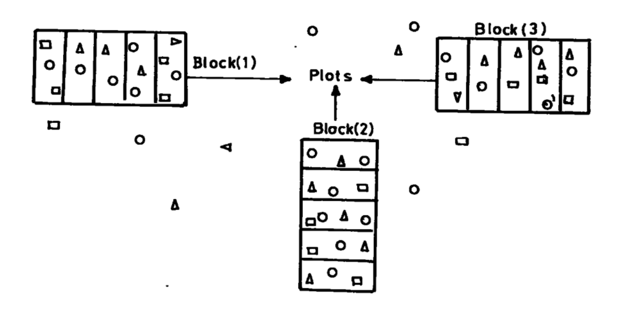
يجب أن تكون منطقة التجارب محاطة بمحصول غير تجريبى لتقليل تأثير الحواف . وتحديد مساحة قطعة الاختبار فى التجربة الحقلية هو الخطوة الأولى لتصميمها عكس تجارب الإنتاج النباتى . ومن الصعب القطع بحجم القطعة فى تجارب وقاية النبات ، إذ أنه لايمكن وضع قواعد محددة لتحديد مساحة القطع ، لأن اختلاف الظروف من حالة لأخرى ، ومن عام لأخر ، ومن موقع لآخر ، يحتم تفاوت حجم قطعة الاختبار وفق مقتضيات الظروف ، فمثلاً يلزم أن تكون القطعة صغيرة فى حالة عدم توفر البذور ، والمواد ، والأرض ، والقوى البشرية ، رغم أن النتائج المتحصل عليها تكون

محدودة الفائدة . أما القطع الكبيرة جدا ، فقد تكون مفيدة فى مصايد الفرومونات وبعض معاملات المبيدات (الأيروسولات) ، وفى هذه الحالة نجد أن تكرار المعاملة يكاد يكون مستحيلاً . وعموماً . يمكن وضع قواعد عامة يهتدى بها . ففى تقييم تجارب وقاية النبات نجد أن تقدير نسبة الإصابة أو الإبادة هى معيار فاعلية المبيدات المختبرة ، لذا يلزم توفر التجانس بين كل قطع التجربة من حيث مستوى الإصابة . وقد يكون هناك تفاوت فى الإصابة نتيجة الاختلاف فى انتشار الآفة بين قطع التجربة . وعموماً .. كلما زادت مساحة القطعة ، قل التفاوت فى معدلات الإصابة وانتشار الآفة . ولايمكن اقتراح حد أدنى لحجم قطعة الاختبار يعوض التفاوت فى كثافة الإصابة ، وإنما المهم هو توفر الحد الأدنى للإصابة فوق أقل عدد من النباتات (١٠٪ فى حالة ديدان اللوز) . وتزداد إمكانية الحصول على نتائج دقيقة كلما كبر حجم العينة . وعموماً .. فقد اتفق على أن الحد الأدنى لحجم قطعة الاختبار فى مجال وقاية النبات يقع مابين ٢٥م٢ (٥ × ٥) ، ١٠٠ م٢ (١٠ × ١٠) . ومن المهم ألا يزيد حجم قطعة الاختبار كثيراً ، وذلك لأن القطع الصغيرة الحجم أسهل فى معاملتها بطريقة متجانسة ، بالإضافة إلى خفض تكاليف العمل ، والقوى البشرية ، والحيز اللازم للتجارب .

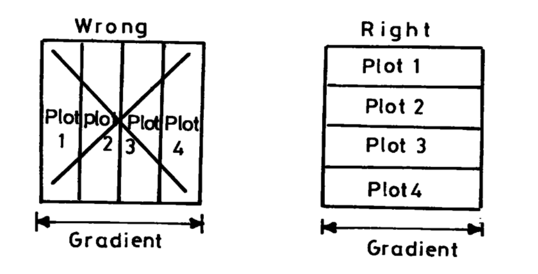
٣ ـــ شكل القطعة Plot shape

يتميز تصميم الشرائح العشوائية ذات الحجوم المتساوية بثبات وبساطة التصميم . ويمكن توجيه الشريحة فى الحقل وفقاً لمدى التدرج فى تسميد الأرض ، أو وفقاً لمستوى الظل ، أو رطوبة التربة ، أو مناطق تواجد الحشائش (كما فى الشكل ١ ـــ ٢٦) . وعليه .. فإن الحقل الذى يتميز بالتدريج الطولى يجب أن تكون شرائحه عمودية مع هذا التدرج (كما فى الشكل ١ ـــ ٢٧) . ويمكن ترتيب الشرائح لتفادى نقص بعض المساحات فى التسميد . وعند عدم معرفة التوزيع السمادى لمساحة الأرض يفضل أن تكون البلوكات مربعة ، أو تصميم مربع لاتينى (كما فى الشكل ١ ـــ ٢٨) . وغالبا مايكون التصميم اللاتينى Latin- square design أفضل من الشرائح العشوائية ، وذلك فى حالة قلة عدد المعاملات (٤ ـــ ٧ معاملات) . ولاتعطى المربعات الصغيرة عدداً كافياً من درجات الحرية إلا إذا تم تكرار المربعات . وعموماً .. فإن المربعات الكبيرة غير عملية ، حيث إن عدد المكررات يجب أن يكون مساوياً لعدد المعاملات . ومما لاشك فيه أن الشرائح ذات الاتجاهين (كل معاملة موجودة رأسياً وأفقياً) تكون مفيدة فى التغلب على الاختلافات الحقلية شكل (١ ـــ ٢٩) .

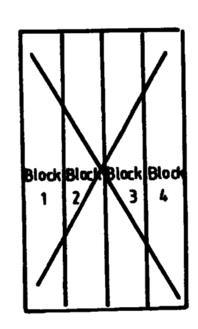
فى تجارب المبيدات نجد أن العامل الهام ينحصر فى تلافى تأثير التفاوت فى درجة الإصابة بين القطع المختلفة فى التجربة ، وأيضاً فإن تأثير الحواف من العوامل المحددة للشكل الأمثل لقطعة الاختبار ، فعند إجراء عملية الرش نجد أن احتمال اندفاع سائل الرش إلى القطع المجاورة فى القطع المستطيلة يكون أكبر من المربعة ، لذا .. فالشكل المربع يفضل المستطيلات فى تجارب المبيدات ، على أساس أن هناك نواة مركزية فى كل قطعة يمكن الحصول منها على أساس دقيق لتقييم نتائج المعاملات .



شكل (١ ــ ٢٧) : ترتيب الشرائح والقطع فى المناطق المصابة بالحشائش .



شكل (١ ــ ٢٨) : توجية القطع داخل الشريحة لتقليل تأثير عدم التجانس فى التسميد .



Richt

Block 1

Block 2

Block 3

Block 4

شكل (١ ــ ٢٩) : ترتيب الشرائح على شكل مربعات قدر الإمكان حينما لايعرف التوزيع السمادى فى الأرض .

E	C	B	A	D
A	D	C	B	E
B	E	A	D	C
D	A	E	C	B
C	B	D	E	A

شكل (١ ــ ٣٠) : مثال لمربع لاتينى خمس معاملات وخمس مكررات .

ومن الأخطاء الشائعة فصل كل قطعة عن التى تجاورها بمشاية عريضة ؛ إذ يؤدى ذلك إلى اتساع مساحة التجربة ، مما يزيد احتمال التفاوت فى نسبة الإصابة . يكفى ترك شريط حول أطراف الممرات التى تحيط بالتجربة . وتستبعد هذه المساحات الفاصلة عند أخذ القراءات .

٤ ـــ المقارنة Check

يجب أن يؤخذ فى الاعتبار وجود منطقة غير معاملة للمقارنة ، ولايجب أن تكون هذه المنطقة منفصلة عن منطقة المعاملات لاختلاف نوع التربة والأمطار التى تؤثر على نمو النبات ، وبالتالى مستوى الآفة . ويمكن ترتيب القطع غير المعاملة بشكل نظامى Systematically داخل منطقة التجارب . ولايمكن مقارنة القطعة المعاملة مباشرة بالقطعة المجاورة لها فى تجارب المبيدات ، إلا إذا كانت القطع صغيرة جدًّا ، بحيث يمكن حمايتها تقليلاً لمخاطر تساقط سائل الرش على القطع المجاورة وهناك تصميم نصف نظامى ، بحيث يمكن إدخال القطع غير المعاملة ، بحيث ترتبط مع لوغاريتم تركيز المعاملات المستخدمة فى صورة محببات لتقييم المبيدات الحشرية ضد بعض آفات الخضر .

وعموماً .. فإن المناطق غير المعاملة غالباً مايشار إليها بالقطع المقارنة Compartive plots ، ولو أن الآفة لاتتم مكافحتها فى هذه القطع ، ولذا يفضل استخدام اصطلاح Check Plots ، أو القطع غير المعاملة Untreated check . وزيادة عدد القطع غير المعاملة إلى مايقرب من الجذر التربيعى لعدد المعاملات يساعد فى الحصول على نتائج دقيقة ، ولو أنه يحتاج إلى حجم كبير من العمالة . وعند إجراء بعض التجارب الحقلية بغرض تقدير أفضلية المعاملات المختبرة عن المعاملات الجارية يستحسن أن تكون المعاملات القياسية أكبر ما يمكن .

٥ ـــ الممرات Paths

يجب أن تترك مشايات بين القطع قدر الإمكان ، بحيث تكون حواف القطع واضحة ، حتى يمكن فحص القطع باستمرار وبسهولة . كما تفيد الممرات عند استخدام الرشاشات الظهرية ، بحيث تسهل الحركة ، وذلك بنزع بعض النباتات بين القطع المختلفة .

٦ ـــ عدد مكررات كل معاملة Replicates of treatment

من الثابت أن دقة النتائج تدعمها زيادة عدد المكررات بدرجة كافية ، ولكن من ناحية أخرى ... فإن هناك حدًّا أقصى لعدد المكررات تقترب عنده دقة النتائج ، بينما تكون الزيادة فى عدد المكررات عن الحد اللازم مضيعة للجهد والمال . ويقدر عدد المكررات وفقاً لظروف كل تجربة . وعموماً .. يجب أن تؤخذ فى الاعتبار العوامل الآتية عند تقدير عدد مكررات كل تجربة :

(ا) مدى الفروق المتوقعة للتأثيرات المختبرة ، فكلما زادت الفروق وضوحاً بين المعاملات أمكن تنفيذ التجربة بعدد قليل من المكرارات ، والعكس صحيح .

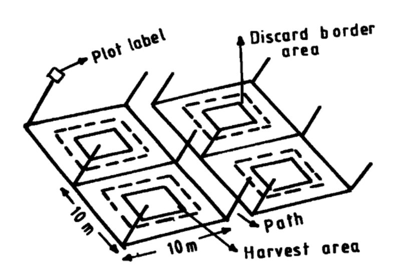
(ب) الأساس الذى تقاس عليه النتائج : فإذا كانت كمية المحصول هى أساس قياس نتائج المعاملات ، فإن العدد الأمثل للمكررات سيتفاوت من محصول الآخر .

(جـ) مدى تجانس مستوى الإصابة : كلما زادت درجة التجانس فى مستوى الإصابة قلت الحاجة إلى زيادة عدد المكررات .

(د) مستوى الإصابة : كلما انخفضت نسبة الإصابة يحتاج الأمر إلى عدد أكبر من المكررات لتوضيح الفروق بين المعاملات . وعموماً .. فإن الحد الأدنى لعدد المكررات هو (٣) لكل معاملة . وإذا اقتضى الأمر توضيح فروق غير واضحة ، فإننا نحتاج إلى عدد مكررات أكثر (من ٦ ــ ٨ مكررات) .

٧ ــ مساحة العينات Sampling area

يعتمد حجم المساحة التى تؤخذ منها العينات بالنسبة إلى القطعة المعاملة على عوامل كثيرة ، مثل : نوع المحصول أو المعاملة ــ مدى تحرك الآفة ــ البيانات المطلوبة . وعندما يكون تحرك الآفة عالياً يجب أن تكون المنطقة التى تؤخذ منها العينة صغيرة لتفادى تأثير التداخل بين القطع . وإذا حدد عدد العينات يجب أن تكون القطعة كبيرة نوعاً لتقليل تأثير حركة العاملين داخل المساحة ، وللسماح بفحص أكبر عدد من النباتات . ومن المفيد إزالة النباتات بطول منطقة العينات إذا كان جمع المحصول بالطريقة اليدوية ، حتى يتم الإشراف على العمل بشكل أسهل . ويجب أن تحدد المنطقة التى تقدر فيها كمية المحصول بدقة متناهية ، بحيث تتضمن نصف المسافة بين الصفوف على كل جانب من القطعة . شكل (١ ــ ٣١)



شكل (١ – ٣١) : منطقة جمع المحصول ــ منطقة الحواف والممرات فى التجربة الحقلية .

٨ ــ العشوائية Randomization

فى حالة التجارب الحقلية التى تجرى على مساحات كبيرة ، والتى تشتمل على قطعتين فقط يجب أن تصمم المعاملات عشوائيا . وفى حالة تصميم الشرائح العشوائية (إذا كان عدد المعاملات ٦) ، فإننا نأخذ ٦ أرقام عشوائية رأسيا وأفقيا بشكل متصالب .

فمثلا إذا كان التتابع كالآتى :

١	٢٩٨
٢	٦٧١
٣	٤٤٢
٤	٣٨
٥	٦٣٠
٦	٩٦

فإن أرقام المعاملات فى المكرر الأول توضع فى الترتيب التصاعدى التالى : ٤ ، ٦ ، ١ ، ٣ ، ٥ ، ٢ .

ويكرر ذلك فى كل شريحة من التجربة . ويمكن الحصول على الأرقام العشوائية بطريقة التقاط الأرقام من القبعة ، أو باستخدام الأرقام الموجودة فى الجداول الإحصائية ، أو باستخدام الحاسبات الإلكترونية ، وأحياناً عند استخدام الأرقام العشوائية قد توجد قطع المعاملة الواحدة متجاورة إذا كانت الشرائح وعددها أربع مثلاً مرتبة فى شكل مربع . كما توجد معاملة واحدة فى الركن الخارجى للمربع .

٩ ــ مستوى التركيزات المختبرة من المبيدات

تستهدف تجارب المبيدات قياس كفاءة معدل معين من المبيد ضد آفة ما ، كما تستهدف بيان الصفات المميزة لكفاءة المركب ، مثل : تأثيره الجهازى ، أو مدى ثبات مخلفاته . وأحياناً يتم تحقيق الهدفين فى تجربة واحدة . ومن الوسائل التى يعتمد عليها اختبار المعدل الموصى به من المبيد المختبر ، وكذلك نصف الجرعة ، ثم ربع الجرعة فى معاملات مقارنة منسوبة للمبيدات المعروفة . وهذه التركيزات المتدرجة يمكن أن تعطى فرصة لمقارنة مدى فاعلية المركبات الجديدة وكفاءتها .

١٠ ــ النتائج المسجلة Recording data

عند تخطيط التجربة الحقلية يحدد القائم بالتجربة الدلالات التى يلزم تسجيلها ، وكذا عدد مرات التسجيل . ويقوم غالباً بعض المساعدين بإجراء التسجيلات بعد تدريبهم جيداً . ويلزم تكرار الزيارات المنظمة لإجراء الفحص العام ، ومعرفة مدى تقدم العمل فى التجربة . ويجب أن يتم الحصول على بعض المعلومات الهامة التى قد تغفل بسبب التسجيل الروتينى . وحديثاً توجد نظم جاهزة للتسجيل ومبرمجة مع الحاسب الآلى ، وهى تعطى نتائج غاية فى الأهمية .

ويجب أن تكون نظم الفحص سهلة وسريعة ، خاصة إذا كان عدد القطع المراد فحصها كبيراً . فمثلاً من الصعب حصر تعداد الحلم إذا كان التعداد كبيراً . وفى هذه الحالة تسجل النتائج على هيئة درجات Scoring . ومن الأهمية بمكان قياس مستوى نمو النبات وعلاقته بالإصابة الحشرية ، حيث يختلف الحد الحرج الاقتصادى للآفة باختلاف مرحلة نمو النبات ، كما أن تقدير تعداد الحشرات النافعة ، خاصة الأعداء الحيوية وعلاقته بالمعاملة بالمبيدات ، أمر بالغ الأهمية ، لأنه من الضرورى أن يتمتع المبيد المعامل بصفة التخصص ، أى يؤثر على الآفة مجال المكافحة دون سواها . ويهم المزارعين فى المرتبة الأولى العائد الاقتصادى للمحصول ، ولذا ... فإن منطقة المحصول يجب أن تعزل تماماً . ويوزن المحصول بدقة وعناية وفى وقت واحد تقريباً . وفى حالة محصول القطن يجب أن تؤخذ بعض النتائج عن تصافى الحليج ، وصفات التيلة ، والمحتوى البيوكيميائى للبذور .

١١ ـ التحليل الإحصائى لنتائج التجربة Statistical analysis

لكل تجربة طريقة خاصة لتحليل نتائجها إحصائيا . والتحليل الإحصائى هو أداة وليس هدفاً فى حد ذاته . ويظهر التحليل الإحصائى الفروق بين المعاملات ، ومعنوية هذه الفروق Significance . وكلما زادت دقة التجربة قل الخطأ التجريبى Experimental error . ومهما كانت طرق التحليل الإحصائى ، فإنها لاتعنى إمكانية تطبيق هذه النتائج فى مناطق أخرى ، أو إمكانية الاعتماد عليها فى مواسم قادمة ، إلا إذا اتسع نطاق التجربة مع تكرارها فى مناطق أخرى .

١٢ ـ التوقيت المناسب لعمليات المكافحة بالمبيدات Proper timing

قد يكون اختيار الميعاد المناسب لإجراء عمليات المكافحة أكثر أهمية من النجاح فى اختيار المبيد المناسب . وعموماً .. تجرى عملية المكافحة عند وصول الإصابة إلى الحد الحرج الاقتصادى الذى يختلف من حشرة لأخرى . وإذا ارتفع مستوى الأصابة بالآفة عن هذا الحد دخل فى نطاق مستوى الضرر الاقتصادى للمحصول ، وفيه تكون تكاليف المكافحة أكثر من العائد الناتج من عملية المكافحة . وهذه بعض الأمثلة للحد الحرج لبعض الآفات الهامة :

(أ) يبدأ رش التربس عند وصول الإصابة إلى ١٠ حشرات/ بادرة فى المتوسط .

(ب) عند حدوث حالات الفقس لدودة ورق القطن تجرى عملية المكافحة فوراً .

(ج) عند وصول مستوى الإصابة بديدان اللوز ١٠٪ تجرى عمليات الرش الدورى .

(د) يجرى العلاج الكيميائى لدودة اللوز الأمريكية عند وصول الإصابة إلى الحد الحرج ، وهو ٢٠ يرقة حديثة العمر/ ١٠٠ نبات .

يعتمد نجاح التجارب الحقلية على التخطيط الدقيق لها . كما يجب ترتيب وسائل المواصلات إلى منطقة التجارب . ويجب أن يكون هناك تمويل كاف لهذه التجارب . ومن الضرورى التخطيط المبكر حتى تنجح التجارب الحقلية ، بحيث يتم توفير الأجهزة والأدوات والمواد ووسائل نقلها إذا كان الأمر يتطلب شراءها من بلد آخر . وبعد إعداد الأجهزة والأدوات والمواد يلزم تدريب القائمين بالعمل ، وزيارة المنطقة التى تجرى فيها ، حتى تتم مناقشة المشاكل التى قد تعترض سير التجربة على الطبيعة . وإذا تم اختيار المنطقة يجب رفعها على خريطة ، كما يجب إجراء الزيارات الدورية خلال التنفيذ للتأكد من نجاح تنفيذ التخطيط .

برنامج تجارب اختبار فاعلية المبيدات الحشرية ضد آفات القطن فى مصر

أولاً : آفات بادرات القطن

تجارب الرش : تجرى التجارب فى أربع شرائح . وتمثل كل شريحة جميع المعاملات ، على أن تكون لكل تجربة مقارنتان (واحدة داخلية ، والثانية خارجية بعيدة عن التجربة) ، وعلى أن تكون التجربة على هيئة شريحة تقل مساحتها عن أربعة قراريط ، وتؤخذ منها ٤ مكررات .

ميعاد الزراعة : خلال شهر مارس .

ميعاد الرش : تبدأ عمليات الرش للحقول قبل منتصف مارس وأبريل ، وفى الحقول المزروعة بعد منتصف مارس ، حوالى منتصف أبريل ، على ألا يبدأ الرش فى جميع الحالات قبل أن يصل تعداد التربس إلى خمسة أفراد على البادرة الواحدة ، وعلى أن ينتهى الفحص قبل الساعة التاسعة صباحاً .

طريقة الرش : الرش بالرشاشات الظهرية ذات الضغط الثابت سعة عشرين لتراً ، والمزودة ببشبور واحد مخروطى ، وذلك على أساس تخفيفه بكمية من المبيد المراد استخدامه مع حوالى ٢٠٠ لتر ماء للفدان ، أو برشاشات المصانع الحربية ذات الستة بشابير مع ٢٠٠ لتر ماء ، أو بموتور (سولو) مع ١٢٠ لتر ماء فتحة « ٢ » ، حتى لايضطر العامل إلى إعادة الرش فى قطعة من القطع ، وعلى أن يكون حامل البشابير على ارتفاع ٢٠ سم من النبات .

تصميم التجربة : (أ) تفحص أربعة مكررات (إذا كانت الإصابة غير متجانسة) .

(ب) أما إذا كانت الإصابة متجانسة ، فيمكن بالشرائح ، ولو أنه عموماً تفضل المكررات .

تقدير الإصابه قبل وبعد العلاج وطريقة الفحص

أ ـــ التربس Thrips

١ ـــ يبدأ الفحص بمجرد الإنبات ، ويكرر كل يومين حتى يصل العدد إلى ٥ حشرات على كل بادرة فى المتوسط ، وذلك بانتخاب ٢٥ جورة مختارة عشوائيا ، ويعد ماعليها من التربس (حوريات وحشرات كاملة) ، وذلك بوضع قطعة قماش زغبية (أو قطع قماش دبلان أبيض ٢٠ × ٢٠ سم) (أو ورقة نشاف بيضاء اللون) أسفل نباتات الجورة ، ثم تهز الجورة برفق ثلاث مرات متتالية ليسقط كل ماعليها من حشرات كاملة وحوريات ، وتعد فوراً فى الحقل . ويجب أن تتم هذه العملية فى الصباح الباكر حتى يمكن الانتهاء منها قبل التاسعة صباحاً ، ويدون العدد ويكرر الفحص كل يومين إلى أن يصل متوسط التعداد إلى خمس حشرات لكل بادرة على الأقل ، وهو العدد المقترح لبدء التطبيق .

٢ ـــ يجرى العد بنفس الطريقة السابقة قبل الرش مباشرة ، ثم بعد ٢٤ ساعة من الرش ، وبعد ٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٢ يوماً من الرش .

(ب) المن Aphis

يجرى فحص المن فى التواريخ السابقة .

(جـ) العنكبوت الأحمر Spider mites

يتم الفحص بعد ٣ ، ٧ ، ١٤ ، ٢١ يوماً . ويكون ذلك بعد الحيوانات الموجودة على ٢٥ ورقة لكل مكررة .

طريقة الحساب (فى تجارب المن والتربس)

١ ـــ فى حالة الإبادة الفورية تطبق معادلة (آبوت) ، وهى :

$$\text{١٠٠} \times \frac{\text{العدد فى المعاملة قبل الرش مباشرة} - \text{العدد فى المعاملة بعد الرش}}{\text{العدد فى المعاملة قبل الرش مباشرة}}$$

٢ ـــ فى حالة الأثر الباقى تطبق معادلة (هندرسون وتيلتون) ، وهى :

$$\text{الأثر الباقى} = \text{١٠٠} \times \text{١} - \frac{\text{المقارنة قبل الرش} \times \text{المعاملة بعد الرش}}{\text{المقارنة بعد الرش} \times \text{المعاملة بعد الرش}}$$

ملاحظات على تجارب المن والتربس

١ ـــ تسجل بيانات كل آفة على حدة مع الاحتفاظ بالأرقام الخام

٢ ـــ تحسب الإبادة الفورية بعد ٢٤ ساعة من الرش .

٣ ــ الأثر الباقى : متوسط الإبادة بعد (٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٢) يوماً .

٤ ــ المتوسط العام : متوسط الإبادة بعد (٢٤ ساعة ، ٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٢) يوماً

٥ ــ ترتب المبيدات تنازليًا على أساس الإبادة الفورية ، ومتوسط الأثر الباقى والمتوسط العام .

ثانياً : تجارب دودة ورق القطن

(أ) دراسة التأثير على البيض

١ ــ ينقى الحقل من كل اللطع تماماً فى اليوم السابق لإجراء التجربة .

٢ ــ تعلم لطع حديثة الوضع على النباتات بالبطاقات الورقية ، ويكتب على البطاقة تاريخ التعليم ، وترقم هذه البطاقات ، ويعد حوالى ٢٠ لطعة فى كل مكرر .

٣ ــ ترش القطع بالمبيدات المخصصة لدراسة التأثير على البيض ، حيث يكون عمر اللطع أقل من يوم (٢٤ ساعة) .

٤ ــ تفحص اللطع المرقمة بعد ٤٨ ساعة من الرش ، وتعد اللطع التى لم تفقس ومات الجنين داخلها ، ولم يحدث له أى نمو (أى لم تسود اللطعة) ، أو تفقس منها يرقات ... ويمكن معرفة ذلك بوجود البيض بنفس اللون الأصفر أو السمنى ، ومبطط ؛ أى جف ومات الجنين داخله .

(ب) التجربة المعملية الحقلية على اليرقات

يجرى استعمال المبيدات مخففة مع حوالى ٢٠٠ لتر ماء بموتور الرش فتحة (٢) تنفيذاً للتجربة ، وعلى أساس كل مادة فى شريحة واحدة ، مساحتها لاتقل عن قيراط واحد . وتختار العينات من وسط الشريحة ، على أن يكرر الرش مرتين على الأقل خلال الموسم . وتؤخذ من كل شريحة عينات عشوائية من المنطقة الوسطى للنبات المرشوش ، وتوضع فى أكياس ورقية مثقبة ، ثم تنقل إلى المعمل لتغذية اليرقات عليها فى المعمل ، وذلك يوم الرش ، وبعد ٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ يوماً من الرش (على أن يستعمل الكيس أكثر من مرة واحدة) ، وعلى أن يعتبر يوم الرش (صفراً) ، واليوم التالى بعد ٢٤ ساعة من الرش هو اليوم الأول .

توضع عينات الأوراق المرشوشة فى برطمانات جافة سعة رطل ، بكل منها عشر يرقات من العمر الثانى ، أو خمس يرقات من العمر الرابع ، على أن تكون التغذية فى كل حالة لمدة ٢٤ ساعة فقط ، ثم تقدر نسبة الإبادة وتصحح بطريقة آبوت . ويجب ألا يقل عدد المكررات فى كل معاملة عن خمس تحتوى على ٥٠ يرقة عمر ثان ، أو عشرة مكررات تحتوى على ٥٠ يرقة عمر رابع .

ترتب المبيدات بعد ذلك حسب شدة فعاليتها ونسبة الإبادة المتحصل عليها ترتيباً تنازليا .

(جـ) منظمات النمو والخاليط البطيئة المفعول (تجربة معملية حقلية على اليرقات)

يجرى استعمال المخاليط مخففة مع ٤٠٠ لتر ماء والرش بالموتور . تجمع عينات أوراق القطن الطازجة المرشوشة بالمبيدات يوم الرش ، وتقدم إلى يرقات العمر الرابع والثانى (١٠ يرقات عمر ثان × ٥ مكررات) ، (٥ يرقات عمر رابع × ١٠ مكررات) . تؤخذ أوراق جديدة مرشوشة بعد ٢٤ ساعة (تقدم لنفس اليرقات ونفس البرطمان) . توضع أوراق جديدة غير مرشوشة بعد ٤٨ ساعة ، و ٧٢ ساعة من الرش ، وفى اليوم الرابع بعد الرش ، بما فى ذلك يوم الرش توضع أوراق جديدة غير مرشوشة . وفى اليوم الخامس بعد الرش تقدر نسبة الإبادة ، وتسمى هذه بالدورة الأولى . يجرى نفس النظام فى الدورة الثانية والثالثة (مدة كل دورة خمسة أيام) . تفحص اليرقات بعد كل دورة ، وتعد اليرقات الحية والميتة ، وكذا اليرقات المنسلخة . يراعى فى هذه التجربة استعمال برطمانات سعة ٢ كيلو ، وتغير البرطمانات يوميًّا وتطهر جيداً بالفورمالين تركيز ٥ فى الألف .

يعمل جدول نهائى توضح به (الإبادة الفورية بعد ٤٨ ساعة من التغذية على الأوراق المأخوذة يوم الرش) . وفى نهاية الخمسة أيام الأولى من التغذية لكل من العمرين الثانى والرابع ومتوسط الإبادة الفورية للعمرين معاً . يحسب الأثر الباقى للعمر الثانى أو الرابع ، وذلك لمتوسط كل من الخمسة أيام الثانية والخمسة أيام الثالثة من التغذية (الدورة الثانية والثالثة) ، كما يحسب المتوسط العام للإبادة الفورية ، وكذا المتوسط العام للأثر الباقى .

ثالثاً : تجارب ديدان اللوز القرنفلية والشوكية

تختار أقطان مزروعة مبكراً (أوائل مارس) لإجراء التجربة . مساحة القطعة التجريبية للمعاملة الواحدة لاتقل عن قيراط × ٤ مكررات . وتؤخذ العينات من وسط القطعة . ويستحسن وجود فواصل بين القطع التجريبية وبعضها ، وبين البلوكات وبعضها إن أمكن ، عدد الرشات ٣ رشات ، بين كل رشة والأخرى أسبوعان . يبدأ الفحص من أول يوليه . وتبدأ عملية الرش عند وصول الإصابة إلى ٥ ٪ فأكثر . الرش بالموتور مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان ، أو بالرشاشة الظهرية مع حوالى ٣٠٠ لتر ماء للفدان ، أو بالموتور سولو مع حوالى ١٥٠ لتر ماء للفدان . تقدر نسبة الإصابة قبل الرش كل ٣ أيام باختيار عينات من اللوز الأخضر الكبير الحجم الموجود على النباتات . وعندما يتم الرى تؤخذ العينات أسبوعيًّا من النصف العلوى من النبات من اللوز الكبير عشوائيًّا ، على أن تؤخذ العينة بالسير فى اتجاه قطرى الحقل ، بحيث تؤخذ العينة بالسير فى نظام ثابت فى اتجاه هذين القطرين كاملين ، ولايقتصر على أجزاء منها . ويستحسن أن يشترك شخصان على الأقل فى أخذ كل عينة ومكرراتها . ولايجب أن يقل عدد اللوز عن ٢٥ لوزة فى كل مكرر ، وذلك من وسط القطعة التجريبية . ويجرى فحص كل لوزة خضراء ظاهريًّا ، وتشرح كل لوزة تشريحاً طوليًّا بطول الفواصل

بين فصوص اللوز ، وتفحص القشرة الداخلية لجدار اللوزة للتعرف على أى تغيير فى أنسجتها ينشأ عن ثقب أو انتفاخ من الداخل .

ويجدر التمييز بين الندبات الناتجة عن الإصابة بالبق ، وتلك الناتجة عن إصابة الأعمار اليرقية الأولى لدودة اللوز القرنفلية ، فالأول يكون انتفاخاً سليماً خالياً من الثقوب أو البراز أو اليرقات . أما الثانى ، فغالباً ماتوجد بداخله اليرقة الحديثة الفقس ، أو برازها ، أو ثقب أحدثته عند اختراقها لهذا الانتفاخ متجهة إلى داخل اللوزة . وأحياناً يوجد بهذا الانتفاخ ثقب يدل على تجوال اليرقة فى بشرة القشرة الداخلية قبل دخولها إلى أنسجة اللوزة . وعند وجود أى مظهر من مظاهر الإصابة السابق ذكرها بالقشرة الداخلية فيجب أن نتابع الإصابة داخل محتويات اللوزة للتوصل إلى مكان وجود اليرقات ، على أن تقدر نسبة الإصابة بكل من دودتى اللوز ، ثم تقدر نسبة الإصابة بهما معاً ، وكذلك تعد اليرقات فى كل حالة بأعمارها المختلفة .

طريقة الحساب لديدان اللوز

١ ــ يؤخذ متوسط الإصابة فى كل قطعة متخصصة للمعاملة قبل الرش ، بما فى ذلك المقارنة .

٢ ــ تفحص القطع فحصة واحدة بعد الرشة الأولى .

٣ ــ تحسب متوسطات الإصابة بديدان اللوز (اعتباراً من الفحصة السابقة مباشرة للرشة الثانية) ولاتدخل فى الاعتبار القراءات السابقة لبدء الفحصة ، وذلك فى حالة كل مبيد (بما فى ذلك المقارنة) كمعاملة طول الموسم .

٤ ــ تستبعد تماماً المبيدات التى تعطى متوسط نسبة إصابة أعلى من المقارنة ، أو مساوية لها .

٥ ــ ترتب المبيدات المتبقية تصاعديا حسب المتوسط العام لنسبة الإصابة طوال الموسم (اعتباراً من الفحصة السابقة مباشرة للرشة الثانية) ، دون أن تدخل فى الاعتبار القراءات السابقة لهذه الفحصة .

٦ ــ توضع نسبة الإصابة بديدان اللوز فى الفحصة الأخيرة فقط للاسترشاد بها .

اللوز المصاب (قبل أو بعد الرش) هو

١ ــ الذى به ندب قمتها بنية اللون فى الجدار الداخلى للوزة (ويؤكد ذلك البحث عن اليرقة الحديثة البيضاء) ، فإذا كانت اليرقة موجودة تحت البشرة (تحسب كإصابة) ، وإذا لم تكن اليرقة موجودة (لاتحسب العينة كإصابة) .

٢ ــ الذى به ثقب أو أكثر (فتحة خروج اليرقات المكتملة) تحسب الثقوب كإصابة ولاتلغى .

٣ ــ الذى به (آثار تجول اليرقة وبرازها) الآثار البنية على الجدار الداخلى للوزة .
٤ ــ الذى به (اليرقات) داخليا .

مقترحات لتعديل بروتوكول تقيم فاعلية المبيدات ضد آفات القطن

أولاً : عناصر التقيم

يتضمن التقييم الحيوى مجموعة من الاختبارات المحددة تحكم على صلاحية المبيد وكفاءته تجاه آفة ما . وحتى يكون الحكم صادقاً وحقيقيا فلابد من تناول مجموعة من العناصر الإيجابية والسلبية للمبيد ، أو ما يسمى المنافع Benefits والمخاطر Risks ، وإذا كانت قيمة المنافع أكبر من المخاطر يجاز المبيد الكيميائى للتطبيق . وتتضمن المنافع الكفاءة النسبية للمبيد تجاه الآفة مجال المكافحة . أما المخاطر ، فهى تشمل التكلفة التقديرية المباشرة ، بالإضافة إلى التكاليف غير المباشرة (مثل الأثر الضار الجانبى على النبات ــ الأثر السام على الأعداء الحيوية والنحل ــ الأثر الضار على صحة الإنسان) . ووصولاً للتقييم الحقيقى لكفاءة المبيد يلزم أن يؤخذ فى الاعتبار جميع العناصر الإيجابية والسلبية للمبيد . ومن الملاحظ أن عامل الترجيح للإجازة والتوصية بالمبيد هو التكلفة النقدية للمبيد ، بالإضافة إلى كفاءته النسبية ضد الآفة المستهدفة ، وهذا أمر يحتاج لإعادة نظر .

ثانيا : التحضير لإجراء تجارب التقيم الحيوى معمليا

هناك عناصر أساسية لابد من توافرها للإعداد لهذه الاختبارات . ومن الملاحظ عدم وجود نظام موحد لتربية دودة القطن فى جميع محطات البحوث المشاركة فى تجارب التقيم . وقد يعزى إليها بعض التضارب فى النتائج المتحصل عليها ، ولذا من الضرورى أن ينص البروتوكول الصادر من لجنة التوصيات على أسس التربية النموذجية (من حيث نوع الغذاء ، ومعدل التزاحم ، والإشارة لنوع السلالة هل هى حقلية أم معملية) . وضرورة التأكيد على دقة اختيار العمر والوزن واستبعاد الأفراد المريضة أو المشوهة أو الحديثة الانسلاخ ، وكذا ضرورة الإشارة إلى أنه فى حالة زيادة نسبة الموت فى المقارنة عن ١٠٪ ، تعاد التجربة مرة أخرى .

ثالثا : توحيد الفترة من وقت المعاملة حتى تقدير نسبة الإبادة ضد يرقات دودة ورق القطن

ترتفع نسبة الإبادة كلما طالت الفترة من وقت معاملة الحشرة بالمبيد حتى تقدير نسبة الإبادة . ومن هذا المنطلق يلزم توحيد فترة التعريض فى اختبارات المبيدات المنفردة ، بالمقارنة باختبارات مخاليط المبيدات مع منظمات النمو الحشرية ، حيث تنال المخاليط فى تقييمها ميزة نسبية كبيرة لاتنالها المبيدات المنفردة ، وهى إطالة فترة تعريض اليرقات للغذاء المعامل لمدة ٤٨ ساعة ، بالمقارنة بـ ٢٤

ساعة للمبيدات المنفردة تحت دعوى إظهار الفعل البطىء لمنظمات النمو الحشرية . والحقيقة تشير إلى إبقاء اليرقات المغذاة تحت الفحص لفترة أطول عن المبيدات المنفردة إظهاراً لفعل المنظمات النمو الحشرية . و لايحتاج الأمر لإطالة فترة التغذية على أوراق القطن المرشوشة . ولعل هذا الأمر دفع معظم شركات المبيدات للاتجاه لعملية الخلط استناداً لميزة التعريض الطويل لغذاء معامل ، والتى تعطى صورة أكبر من الحقيقة عن قدرة المخلوط على الإبادة .

وفيما يلى تصور مقترح لتقييم فاعلية مخاليط المبيدات الحشرية ومنظمات النمو ، ويعتمد على الأسس التالية :

١ ــ انخفاض مدة الدورة من خمسة أيام إلى ثلاثة أيام ، بحيث تصبح خمس دورات بدلاً من ثلاث .

٢ ــ التعريض للغذاء المعامل (أوراق القطن المرشوشة) لمدة ٢٤ ساعة فى كل دورة بدلاً من ٤٨ ساعة .

٣ ــ التساوى مع المبيدات المنفردة فى فترات التعريض لأوراق القطن المرشوشة على النحو التالى (صفر ــ ٣ ــ ٦ ــ ٩ ــ ١٢ يوماً من الرش) .

ويتميز النظام المقترح بما يلى

١ ــ تساوى زمن التعريض لأوراق القطن المرشوشة فى كل من المبيدات المنفردة ومخاليط المبيدات مع منظمات النمو الحشرية (لمدة ٢٤ ساعة)

٢ ــ تساوى مرات التعريض لأوراق القطن المرشوشة فى كل من المبيدات المنفردة ومخاليط المبيدات مع منظمات النمو الحشرية (خمس مرات صفر ٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ يوماً من الرش) .

٣ ــ الفترة المتاحة لمنظم النمو الحشرى حتى يظهر تأثيره هى ثلاثة أيام ، وهى فترة كافية تماماً إذا أخذ فى الاعتبار أن الفترة بين أى انسلاخين لاتزيد عن ذلك .

رابعا : عناصر تقييم مخاليط المبيدات ومنظمات النمو الحشرية

ضرورة تقييم مكونات المخلوط منفردة ، بالمقارنة بالمخلوط ، حتى يمكن التحقق من مدى الفعل المشترك لمكونات المخلوط ، فعملية الخلط ليست هدفاً فى حد ذاتها ، وإنما الأثر المقوى للخلط هو المطلوب من الناحية الاقتصادية .

خامساً : دراسة تأثير المبيدات على البيض :

تعتمد وسيلة التقييم الحالية على التغير اللونى لبيض دودة ورق القطن ، على اعتبار أن اللطعة التى لم

يتغير لونها بعد المعاملة بالمبيد تعتبر ميتة : وقد يكون ذلك جائزاً عند استخدام الزيوت البترولية . أما مع استخدام المبيدات الفوسفورية العضوية والكارباماتية والبيروثرويدات ، فان الجهاز الحساس المستهدف للمبيد يكتمل تكوينه فى معظم الأحيان بعد المرحلة الوسطية من النمو الجنينى ، وغالباً فى المراحل المتأخرة منه ، حيث يختص بأجهزة فسيولوجية معينة (نظام إنزيمى مرتبط بالجهاز العصبى مثلاً) . ومن هذا المنطلق نجد أن التغير اللونى لا يعتبر معياراً للتقييم إذا كان التأثير يحدث فى المراحل المتأخرة من النمو الجنينى (فى هذه المرحلة يسوّد لون اللطعة) ، وإنما المعيار الحقيقى هو حدوث الفقس من عدمه ، بصرف النظر عن التغير اللونى . ولعل البعض يغالى فى حساب التأثير المتأخر لمبيدات البيض بحساب نسبة تحول اليرقات الخارجة من البيض المعامل إلى عذارى .

سادساً : تقييم فاعلية المبيدات ضد ديدان اللوز

١ ــ ضرورة الاعتماد على المحتوى اليرقى ، حيث إنها تعطى صورة حقيقية عن حجم الإصابة ومستوى الضرر .

٢ ــ إعادة النظر فى الحد الحرج ، وهو ١٠٪ ، حيث إن الحد الحرج يرتبط بالتكاليف الاقتصادية لعملية المكافحة . وتقييم مدى أهمية وإقتصادية الرش الوقائى .

٣ ــ محاوله إيجاد وسائل لتوجيه المكافحة تجاه الحشرة الكاملة وقدرتها على وضع البيض ، وهو الأساس ، لأن الطور المعرض الوحيد للمبيدات هو الطور اليرقى الأول بالنسبة لديدان اللوز القرنفلية ، والذى لايستغرق وجوده على اللوزة أكثر من ١٢ ساعة ، بالإضافة إلى طور البيضة .

٤ ــ ضرورة إجراء دراسات لتقييم فاعلية المبيدات الحشرية ضد بيض دودة اللوز القرنفلية ، وهو الطور الرئيسى الذى يجب أن توجه إلية المكافحة .

سابعاً : تقييم فاعلية المبيدات ضد آفات البادرات

١ ــ إعادة النظر فى الحد الحرج للمن والتربس ، بحيث يكون ٨ ــ ١٠ أفراد لكل بادرة بدلاً من ٤ ــ ٥ .



الفصل الثانى

المكافحة الزراعية

أولاً : مقدمة

ثانياً : أهم وسائل المكافحة الزراعية

الفصل الثانـــى

المكافحـة الزراعيـة

Cultural Control

أولاً : مقدمـة

قد تؤدى أى تغيرات فى المعاملات الزراعية فى إطار النظم البيئية الزراعية للنبات إلى تغير خصائص نباتات المحصول وبيئته . وقد تؤثر هذه التغيرات بدورها على مدى جذب النباتات للآفات ، ثم مدى ملاءمة هذه النباتات والبيئة المتعلقة بها للآفات . وقد أمكن على مدى أزمان طويلة التوصل إلى مجموعة من المعاملات الزراعية التقليدية التى تساعد فى مكافحة الآفات . وقد لا يسفر إدخال إحدى المعاملات الزراعية الجديدة ، أو تعديل معاملة زراعية ـــ عن تأثير فورى على مجموعة الآفات ، غير أن الآثار الكاملة لمثل هذه التغيرات قد تظهر بعد سنوات عديدة من المواءمة بين مجموعات الآفات وبين العناصر الأخرى فى النظام البيئى الزراعى .

تعنى المكافحة الزراعية تهيئة الظروف البيئية حتى تبدو بشكل غير مناسب للآفة ، وذلك إما بإحداث خلل فى قدرتها التناسلية ، أو بالتخلص من عوائلها الغذائية ، أو بتهيئة الظروف المناسبة لأعدائها الحيوية حتى تقضى عليها . وتعتبر هذه الوسيلة من أقدم طرق المكافحة ، وهى واسعة الانتشار والتطبيق داخل نظام IPM ، حيث لاحظ الفلاح من قديم الزمان أن بعض العمليات الزراعية التى يجربها بغرض تحسين إنتاجية المحصول أيضاً تفيد أيضاً فى مكافحة الآفة بطريق غير مباشر . ويعتمد نجاح تلك العمليات ـــ إلى حد كبير ـــ على طريقة ووقت تطبيقها ، فمثلاً لوحظ عدم جدوى حرث الأرض فى فترة متأخرة فى الخريف لمكافحة الجعران الأبيض White grub ، وذلك لأن الحشرات فى هذا الوقت من السنة تغوص فى أعماق التربة ؛ بحيث لا يصل إليها سلاح المحراث ، بجانب صعوبة كشفها على سطح التربة حتى تتمكن منها الأعداء الحيوية ، كما لوحظ أن التأخير فى زراعة بعض المحاصيل يعرضها للإصابة الشديدة بأنواع معينة من الآفات ، مثل تعرض القطن للإصابة الشديدة بديدان اللوز عند التأخير فى زراعته . ومما لا شك فيه أن المكافحة الزراعية تعتبر من أنجح وأرخص طرق المكافحة ، وذلك إذا أحسن تطبيقها .

ثانياً : أهم وسائل المكافحة الزراعية

١ ــ خدمة الأرض (الحرث والعزيق) Ploughing and hoeing

يعتبر الحرث أولى العمليات الزراعية التى يبدأ فيها تجهيز مرقد البذرة ، وهى عملية الغرض منها تفكيك الأرض وإثارتها . وتؤثر هذه العملية على الحشرات إما بطريق مباشر ، حيث تقتل الأطوار المختلفة للحشرات فى التربة نتيجة الفعل الميكانيكى لسلاح المحراث ، أو بهدم مستعمرات النمل التى تنتقل من جذور الذرة أو انفاق الحفار . وقد تؤثر هذه العملية بطريق غير مباشر ، وذلك بتعريض الآفة للعوامل الخارجية غير الملائمة ، أو للأعداء الحيوية ، أو قد تؤدى إلى دفن الآفة على أعماق كبيرة يصعب معها خروجها إلى السطح مرة أخرى ، وخاصة فى حالة عذارى حرشفية الأجنحة ، حيث يتعذر على الفراشات الخروج إلى سطح التربة إذا دفنت العذارى على أعماق بعيدة ، كما تفيد عملية الحرث فى التخلص من الحشائش التى تتربى عليها الحشرات قبل زراعة العائل النهائى المناسب . وتعتبر بؤراً للإصابة بالآفة تنتقل منها لتصيب النموات الحديثة للمحصول ، ومثال ذلك : العنكبوت الأحمر ، والتربس ، والمن ، والدودة القارضة ، والحفار التى تصيب بادرات القطن بعد انتقالها من الحشائش النامية فى حقول القطن .

ويفيد العزيق فى التخلص من الحشائش التى تنمو بين النباتات ، والتى تعتبر مصدراً مباشراً ، وذلك بقتل الحشائش التى تشاركه فى غذائه ، مما يرفع من صفاته ويجعله أكثر تحملاً للإصابة ، قادراً على الإنتاج الوفير ، حتى فى وجودها ، كما يفيد العزيق فى قتل الحشرات أو أحد أطوارها فى التربة نتيجة الفعل الميكانيكى لسلاح الفأس . وعلى سبيل المثال .. يفيد العزيق فى مكافحة التربس على القطن ، وذلك بقتل العذارى فى التربة .

٢ ــ تنظيم ميعاد الزراعة Adjustment of planting date

تختفى بعض الحشرات فى البذور من وقت تكوينها أو تخزينها حتى وقت زراعة المحصول الجديد ، ولذا يجب انتقاء البذور السليمة لضمان خلو المحصول من الإصابة قبل زراعته . وفى المناطق التى تعتبر فيها دودة اللوز القرنفلية مشكلة خطيرة ، يمكن تأخير موعد زراعة القطن للاستفادة من الخروج الانتحارى لفراشات الآفة قبل ظهور الأجزاء الثمرية على نبات القطن ، كذلك فإن التأخير فى زراعة الذرة يعرضها للإصابة الشديدة بالثاقبات ، كما تحول الزراعة المبكرة دون إصابة الفول السودانى بمن الفول ، وبالتالى تمنع الإصابة الفيروسية ، كما أن الزراعة المبكرة للدخان تتفادى إلى حد كبير الإصابة بالمن . وعلى العكس من ذلك .. فإن الزراعة المبكرة للشعير الشتوى تعرضه للإصابة الشديدة بالمنّ فى فصل الخريف . وفى مناطق كثيرة من العالم ، والتى يتم فيها تحديد ميعاد الزراعة مع سقوط الأمطار ، تؤدى الزراعة المتأخرة إلى نقص العائد من المحصول رغم غياب الإصابة بالآفات ، حتى مع إضافة تكاليف المكافحة التى تم توفيرها إلى عائد المحصول . وقد يؤدى تغير الظروف البيئية إلى اختلاف حدوث هذه المظاهر .

٣ ــ الدورة الزراعية Roto cultivation

تعتبر من أقدم الطرق وأوسعها انتشاراً للحد من مشاكل الآفات ، حيث إن عزل الآفة عن عائلها النباتى بزراعة محصول آخر مفضل لها يعتبر من أهم عناصر التحكم المتكامل للآفات ، خاصة لتلك الآفات التى تتعذر مكافحتها بالطرق الأخرى ، مثل آفات التربة حيث إن معاملة التربة بالكيميائيات تعتبر عملية باهظة التكاليف ، بالإضافة إلى انخفاض تأثيرها وإمكانية حدوث أضرار جانبية للتربة ، ولذا تنجح مكافحة النيماتودا من خلال التطبيق الأمثل للدورة الزراعية .

وفى العادة يتبع المزارع الدورة الزراعية بغرض الحفاظ على خصوبة التربة ، إلا أن إجراءها قد يعمل على انخفاض الإصابة بالآفات التى تنتشر على محصول ما ، ولكن يصعب عليها الاستمرار بنفس الكثافة العددية على محصول آخر لاحق ، خاصة إذا كان يتبع عائلة نباتية مختلفة ، مثل تعاقب النجيليات مع البقوليات . والدليل على أهمية الدورة الزراعية أن تعفير بعض المحاصيل يؤدى إلى إصابتها الشديدة بالآفات التى تتغذى عليها ، وذلك نتيجة لاستمرار تواجد عائلها المفضل .

وهناك بعض الأبحاث والتطبيقات التى تشير إلى أن وجود بعض الدورات الزراعية المفيدة فى القضاء على بعض الآفات قد يساعد فى نفس الوقت على انتشار آفات أخرى . وعموماً .. فإن الدورات الزراعية غالباً ما تكون فعالة على الآفات ذات العوائل النباتية القليلة ، والتى تتميز بقدرتها المحدودة على الهجرة إلى منطقة أخرى ، ومن أمثلة نجاح الدورة الزراعية فى مكافحة الآفات أنه أمكن التحكم فى تعداد نيماتودا بنجر السكر ، ونيماتودا فول الصويا بولاية كاليفورنيا باستخدام الدورة الزراعية المناسبة . وعموماً .. تنحصر عيوب الدورة الزراعية فى مجال مكافحة الآفات فى احتمال ظهور بعض آفات ثانوية بشكل رئيسى ، كما قد تكون المحاصيل فى ظل نظام الدورة الزراعية فاعلية الأهمية من الناحية الاقتصادية

٤ ــ مسافات الزراعة Plant spacing

تعتبر من العوامل الحرجة للمزارع ، فعند نمو الأرز تفضل ثاقبات الساق الشتلات ذات الكثافة القليلة . وعلى العكس من ذلك .. تزداد الإصابة بنطاطات الأرز على شتلات الأرز ذات الكثافة العالية ، كما أن تغطية السطح المعامل بالمبيد تكون أفضل فى الشتلات ذات الكثافة القليلة ، بينما تكون كفاءة النباتات أعلى عند زيادة مستوى كثافة الشتلات . وعموماً .. تفضل أن تكون المسافات ٥×٤٠ سم ، مع وجود صفوف متوازية للنبات مع خط سير أشعة الشمس ، وذلك لتقليل التظليل والرطوبة النسبية . وتسمح المسافة الواسعة بسهولة فحص النباتات ، وكذا إمكانية المعاملة بالمبيدات إذا لزم الأمر .

أما الموقف الآخر الذى يدعو للحرج ، فهو أن المزارع غالباً ما يستخدم كميات وفيرة من البذور للحصول على محصول جيد عالى الوفرة ، وفى نفس الوقت تكون لديه الفرصة لخف النباتات ذات

النمو الضعيف . وتؤدى عملية تخطيط الأرض Drilling إلى خفض كمية البذور المستخدمة كتقاو ، وبالتالى تقل الحاجة إلى خف النباتات ، وفى نفس الوقت تزداد مخاطر موت عدد كبير من البادرات ، أو النباتات نتيجة للإصابة بالآفات .

تؤدى زراعة القطن بكثافة عالية إلى الحد من الفترة الزمنية التى يتاح للحشرات خلالها أن تتغذى على أنسجة الأجزاء الثمرية ، مما يؤدى إلى خفض تكاليف المكافحة خفضاً كبيراً ، كما تؤدى هذه الزراعة الكثيفة إلى أن تفقد دودة اللوز القرنفلية وغيرها من الآفات التى تظهر فى وسط أو أواخر الموسم الكثير من خطورتها ، وذلك نظراً لأن قصر فترة الإثمار يقلل إلى حد كبير جدًّا من فرصة زيادة أعداد الآفات بالقضاء على جيل أو أكثر فى كل موسم .

٥ ــ التسميد Fertilization

يؤدى التسميد النيتروجينى إلى زيادة المجموع الخضرى للنبات وجعل الأوراق غضة ، وهذا ما تفضله الحشرات التى تتغذى على الأوراق . ومن المشاهد ارتفاع مستوى الإصابة بدودة ورق القطن فى الحقول التى نالت كميات زائدة عن المعدل العادى من السماد النيتروجينى ، إلا أنه من ناحية أخرى .. أظهرت الدراسات أن تسميد القمح بغزارة يساعد على مقاومة الإصابة بالبقة الخضراء والديدان السلكية .

وتبدو أهمية عامل التسميد فى استخدام السماد البلدى الذى يحتوى على مخلفات المحاصيل ، وكذلك بقايا سيقان الذرة والقمح ، والتى قد تحتوى على نسبة كبيرة من الثاقبات التى تخرج فراشاتها لتصيب المحصول فى الموسم الجديد . ويعتبر السماد البلدى فى هذه الحالة بمثابة ناقل للإصابة الحشرية على المحصول الجديد فى الحقول المسمدة به ، ولذا تلزم تنقية السماد البلدى من مخلفات المحاصيل بقدر الإمكان .

٦ ــ المصايد النباتية Plant traps

ويقصد بها زراعة بعض نباتات من محصول تفضله آفة معينة وسط أو حول زراعات محصول اقتصادى تصيبه تلك الآفة ، وبالتالى تنجذب الآفة إلى تلك النباتات التى تعمل كمصيدة لها . وتنجو الزراعات الأساسية من الإصابة إلى حد كبير ، ثم يجرى التخلص من تلك النباتات ، أو مكافحة الآفة كيميائيا ، حتى لا تتحول المصايد النباتية إلى بؤر للحشرات تنتشر منها بأعداد كبيرة إلى المحصول الرئيسى للوقاية من دبور الحنطة المنشارى ، وبهذه الطريقة لا تصل الحشرات إلى نباتات القمح إلا بعدد قليل لا يشكل أى خطورة ، كذلك يمكن زراعة بعض نباتات الذرة وسط حقول القصب لحمايتها من الإصابة بثاقبات الذرة ، كما تزرع أشجار الخوخ فى بساتين البرتقال الصيفى لجذب ذبابة الفاكهة .

٧ ـــ إعدام الحشائش ومخلفات المحاصيل Destruction of weeds and Crop residues

تعمل الحشائش ومخلفات المحاصيل كمخابىء تسكن فيها الآفة أو أحد أطوارها ، بحيث تصبح مصدرًا لإصابة المحصول الجديد أو محاصيل أخرى ، ولذلك فإن التخلص من الحشائش وإعدام مخلفات المحاصيل يعتبر من أكثر العوامل التى تنبغى الإشارة إلى أهميتها ، والتى تفيد بوجه عام فى الوقاية من بعض الآفات مثل : الجراد ، والثاقبات ، والديدان القارضة ، وديدان اللوز وغيرها .

وينصح فى حالات كثيرة بحرق مخلفات المحاصيل . وتفيد هذه الطريقة فى مكافحة دودة اللوز القرنفلية الساكنة فى اللوز الجاف العالق بأحطاب القطن . وفى معظم الدول التى تزرع القطن يوجد قانون يحدد تاريخ نزع أو حرق بقايا محصول القطن ، كما تفيد فى مكافحة ثاقبات الذرة التى توجد بمخلفات عيدان الذرة والقصب ، كما ينصح أيضاً بحرق الحشائش لقتل الحشرات التى تأوى إليها ، ولا ينصح بإجراء هذه العملية فى المراعى الخضراء ، أو بالقرب من الغابات ، لأنه فى الحالة الأولى تتأثر خصوبة التربة بعملية الحرق ، وفى الحالة الثانية يخشى من امتداد الحرائق إلى أشجار الغابات .

وأحياناً يجرى التخلص من النبات المصاب ، مثل : تقليع الذرة المصابة بالثاقبات والتخلص منها ، أو جمع لوز القطن المصاب وإعدامه ، أو تقليم الأفرع المصابة للنباتات والأشجار .

٨ ـــ إقامة الحواجز أو العوائق Barriers

تعمل هذه الطريقة على منع انتقال الحشرات أو أحد أطوارها من مكان لآخر . وقد اتبعت هذه الطريقة فى مصر قديماً لمكافحة دودة ورق القطن ، وذلك بحفر الخنادق بين الحقول المتجاورة ، وملئها بالماء المغطى بطبقة من الكيروسين ، وذلك لقتل يرقات دودة ورق القطن الزاحفة من الحقل المصاب إلى السليم ، أو بعمل بتون من الجير حول زمام الحقل . وقد توضع مادة لزجة حول سيقان الأشجار لمنع بعض الحشرات من تسلقها ، أو وضع الثمار فى أكياس لمنع إصابتها بدودة ثمار الرمان . وفى بعض الحالات قد تغطى البادرات الصغيرة فى المشاتل أو الصوبات بقماش الموسلين .

٩ ـــ تنظيم الرى Water management

ويشمل تحديد ميعاد الرى وتنظيم مستويات ومُقننات ماء الرى ، وكلها عوامل هامة فى تنظيم تعداد الآفات . وعموماً .. فإن الأراضى الغدقة أو الجافة قد تجعل حياة الحشرة صعبة أو مستحيلة ، خاصة الحشرات الأرضية . وقد أظهرت بعض الدراسات أن تقليل ماء الرى قد يؤخر أو يمنع فقس بيض نيماتودا تعقد الجذور .

١٠ ـــ النقاوة اليدوية Hand picking

تصلح هذه الطريقة فى حالة الحشرات الكبيرة الحجم التى تضع البيض فى كتل Egg-masses ، والتى يمكن رؤيتها بسهولة ، ثم جمعها . وهذه الوسيلة تجرى فى الدول التى تتوفر فيها الأيدى العاملة

ذات الأجور المنخفضة . ومن أبرز أمثلة النقاوة اليدوية جمع لطع دودة ورق القطن فى مصر ، وذلك خلال شهر يونيو (الجيل الأول على القطن) . ولا يلجأ المزارع إلى العلاج الكيميائى إلا عند الضرورة القصوى ، مثل تعذر النقاوة اليدوية لتشابك النباتات ، أو عند حدوث فقس ، أو ارتفاع مستوى الإصابة (أكثر من ٢٠٠٠ لطعة للفدان) . وفى العادة تضع فراشة دودة ورق القطن بيضها على هيئة لطع لونها مائل للاصفرار على السطح السفلى للورقة ، وخاصة فى حقول القطن المروية حديثاً . وعموماً .. إذا اتبعت هذه الطريقة بالدقة والعناية الكافية ، انخفض تعداد الآفة إلى حد كبير . وفى حالات وجود الفقس بكثرة يمكن هز شجيرات القطن بعد فرد أجولة من الخيش أسفلها ، حتى تتساقط عليها اليرقات العالقة بشجيرات القطن ، ثم تجمع وتحرق ، كما يكافح منّ البازلاء على البرسيم فى الولايات المتحدة الأمريكية بإمرار شبكة من السلك على النباتات التى لا يزيد ارتفاعها عن ١٠ بوصات .

١١ ـــ مقاومة العائل النباتى للآفة Host plant resistance to pest

من الأمور المسلم بها منذ زمن بعيد أن النباتات المقاومة للحشرات تعد وسيلة بالغة الفعالية للحد من خسائر المحاصيل . والواقع أن زراعة الأصناف المقاومة للحشرات تنطوى على الحد الأدنى من تكاليف الإنتاج ، كما أنها لا تؤدى إلى وجود مخلفات من المبيدات الحشرية على الأغذية ، ولا تلوث البيئة ، ولا تضر الحشرات النافعة ، ولا تسبب اختلالاً كبيراً فى التوازن القائم بين الحشرات الضارة أو أعدائها الطبيعية ، بالإضافة إلى أنه يمكن استخدامها بالتكامل مع إجراءات المكافحة الأخرى ، سواء أكانت بيولوجية أم كيميائية أم زراعية أم غير ذلك . ولا تؤثر خاصية المقاومة لديها فى الآفات الحشرية إلا عند مهاجمة تلك الآفات لها ، غير أن تربية المحاصيل المقاومة للآفات ليس عملية بسيطة ، كما أنها لا تتم بسرعة . ولتحديد العلاقة بين الحشرة والنبات العائل لها نحتاج إلى معرفة النواحى المعقدة لفسيولوجيا الحشرات وسلوكها ، كما يتطلب الأمر معرفة النواحى المورفولوجية والفسيولوجية والخواص الوراثية للنبات . ويضطر الأمر إلى ادماج عدد من العوامل الوراثية ، وزيادة معدلات تواجدها ، حتى يمكن التوصل إلى مستوى المقاومة اللازمة فى معظم النباتات . ومما يؤسف له أن إنتاج سلالة مقاومة لآفة معينة قد لا يعنى بقاء هذه الصفة فى السلالة بحالة دائمة ، كما أن هذه السلالة قد تظل معرضة للإصابة بآفة أخرى .

ولم يعرف حتى الآن تفسير مقبول لمقاومة بعض النباتات أكثر من غيرها للإصابة بالآفة . وقد يعزى ذلك بسبب العوامل المعقدة التى تنظم عملية المقاومة وراثيًا ، أو إلى العلاقة بين الآفة والنبات . ولقد استنتج أن ذلك قد يكون مرجعه إلى غزارة الشعيرات على أوراق النبات ، أو صلابة السيقان أو أن عصارة النبات غير مستساغة للحشرة . وعموماً .. تعرف مقاومة النبات للآفة بأنها عبارة عن صفات ، أو خصائص وراثية فى العائل النباتى تؤدى إلى خفض تأثير التطفل . وقد أشار Russel عام ١٩٧٨ إلى وجود نوعين من المقاومة هما :

(أ) المقاومة الرأسية Vertical resistance

وتحدث عندما يكون النبات شديد المقاومة لبعض التغيرات أو الاختلافات الجينية فى الطفيل (الآفة) .

(ب) المقاومة الأفقية Horizontal resistance

وهى تعنى استمرار بقاء الصنف مقاوماً للآفة فترة زمنية طويلة ، وهى ما تعرف بالمقاومة الزمنية Durable resistance . ويفضل مربو النباتات المقاومة الرأسية ، خاصة إذا كانت فترة حياة العائل النباتى قصيرة ، وأيضاً إذا أمكن استنباط أصناف جديدة مقاومة فى فترة زمنية قصيرة . أما المقاومة الأفقية ، فهى معقدة للغاية ، وتحتاج إلى عملية انتخاب من أعداد كبيرة من النباتات .

وتعتبر الأصناف النباتية المقاومة أو ما يطلق عليها المكافحة الصنفية varietal Control هى حجر الزاوية فى مكافحة الآفات . ويمكن أن تتكامل مع غيرها من طرق المكافحة بغية الوصول إلى تعداد آمن للآفة . وقد يحتاج ظهور صنف نباتى مقاوم جديد إلى عدة سنوات من العمل والجهد ، بالإضافة إلى التكاليف المالية الباهظة ، ولذا يشترى المزارعون هذه الأصناف النباتية بأسعار مرتفعة . وقد لا يتطلب الأمر استخدام طرق أخرى للمكافحة عند ظهور صنف نباتى مقاوم لآفة ما ، مما يؤدى إلى خفض التكلفة الكلية لعملية المكافحة ، بحيث تكون وسيلة استخدام الأصناف النباتية المقاومة أرخص فى التكلفة من الطرق الأخرى . ومن الجدير بالذكر .. أن بذور الأصناف النباتية الحساسة قد تحتوى على بعض الجينات المقاومة ، الأمر الذى يدعو إلى العناية بها ، حتى يمكن حفظ المواد الجينية المقاومة للمستقبل .

وقد قسم العالم Painter عام ١٩٥١ المقاومة فى النبات إلى ثلاثة مظاهر متداخلة تعمل منفردة أو مجتمعة على إكساب النبات صفة المقاومة . وقد عرفت تلك المظاهرات بمثلث « بنتر » وهى :

١ ــ عدم التفضيل Non preference .

٢ ــ التضاد Antibiosis .

٣ ــ الاحتمال Tolerance .

(أ) عدم التفضيل Non-preference

ويقصد بذلك عدم تفضيل الآفة لنبات معين ، بحيث تتجنبه ، فلا تقبل عليه لوضع البيض ، أو الغذاء ، أو الاحتماء به ، وذلك لخواصه الطبيعية والكيميائية غير المستساغة ، مما يكسبه مقاومة للإصابة . وهى نوع من المقاومة السلبية ، أى أن النبات لا يتخذ أى نواح إيجابية للإضرار بالآفة . وتتدخل فى عملية التفضيل جملة عوامل ، منها عوامل طبيعية ، وتتمثل فى الصفات المورفولوجية للنبات وعوامل كيميائية ، فقد توجد فى النبات بعض المواد الكيميائية التى تنفر الحشرة ، فيصبح النبات مقاوماً لها . وقد توجد مواد تجذب الحشرة للنبات ، فيصير النبات حساساً لها ، وعوامل

فسيولوجية ، مثل : قدرة الأنسجة النباتية ، وقدرة النبات على النضج المبكر ، والتأقلم وسرعة التئام الجروح .

(ب) التضاد **Antibiosis**

يقصد بذلك المقاومة الإيجابية للنبات ضد الحشرة ، وذلك بميله لجرح الحشرة ، أو قتلها ، أو منعها من إتمام دورة حياتها ، أو وضع البيض ، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الموت فى سوسة الفول المرباة على أصناف الفول المقاومة ، كما لوحظ أن ذبابة الهيسيان التى تتربى على سلالة القمح « باونى » تكون أقل حجماً من تلك المرباة على السلالات الحساسة من القمح .

(جـ) الاحتمال **Toterance**

ويقصد بذلك مدى قدرة النبات على احتمال الإصابة بالحشرة ، فقد يكون هناك نبات قادر على تعويض ما يفقد من أجزائه نتيجة للإصابة بالآفات . وتتأثر هذه الظاهرة باختلاف الظروف البيئية للنبات ، فقد يكون النبات قادراً على احتمال الإصابة تحت ظروف معينة ، وغير قادر على التحمل فى ظروف مغايرة ، فمثلاً .. لوحظ أن سلالات القمح المقاومة تكون أكثر تحملاً فى الظروف الرطبة عن الجافة . ويميل البعض إلى تفسير الاحتمال على أنه مقدرة النبات على وفرة الإنتاج فى وجود الحشرة . ولا يمكن الاعتماد على هذا التفسير ، وذلك لأن وفرة الإنتاج تعتمد على عوامل كثيرة من بينها قوة احتمال النبات على الإصابة بالآفات .

كما أشار Emden عام ١٩٧٢ إلى وجود ٩ نظم ميكانيكية تمثل وسائل المكافحة الصنفية ، وهى :

١ ــ السائغية أو استساغة النبات	Palatability	عند وصول الآفة
٢ ــ الإفراز الصمغى والتئام الجروح	Gummosis and wound healing	عند بداية استقرار الآفة على النبات
٣ ــ التضخم فى النمو	Hyper trophic growth	
٤ ــ صلابة الأنسجة	Hardness of Tissues	
٥ ــ إنتاج التوكسين	Production of toxins	
٦ ــ التضاد الغذائى	Nutritonal antibiosis	عند ارتفاع كثافة الآفة
٧ ــ التأثير على الأعداء الحيوية	Effect on natural enemies	
٨ ــ موت النسيج الموضعى (التعفن)	Necrosis	
٩ ــ النمو التعويضى	Compensatory growth	

قد تعمل أكثر من طريقة فى صنف نباتى مقاوم . وقد يكون النظام الميكانيكى المقاوم لآفة ما جاذباً أو مفضلاً لآفة أخرى . وحينما توجد مجموعة من الآفات المختلفة فى وقت واحد تظهر ضرورة المكافحة الصنفية لهذه الآفات حتى يمكن تقليل استخدام المبيدات ، وتشجيع المكافحة

البيولوجية (الحيوية) . وأبرز مثال على استخدام المكافحة الصنفية فى إطار التحكم المتكامل للآفات هو نبات القطن ، حيث تفرز الغدد الخلوية فى أوراق القطن مادة « الجوسيبول Gossypol » ، وهى تمنع كثيراً من الحشرات من مهاجمة النبات . وعندما حاول مربو النباتات إنتاج أصناف جديدة من القطن لاغدية تعرض النبات للإصابة بكثير من الحشرات التى تصيب عادة نبات الذرة وبعض المحاصيل الأخرى ، كما أن زيادة مستوى مادة الجوسيبول تعطى مقاومة ممتازة لمجموعة من حشرات القطن منها .Heliothis spp . وفى نفس الوقت تعمل هذه المادة على جذب سوس اللوز Anthonomus grandis .

وقد ظهرت عدة أصناف نباتية مقاومة للجاسيد .Empoasca spp فى أجزاء كثيرة من قارة أفريقيا ، وتلا ذلك انتخاب عدة أصناف مقاومة لبكتيريا اللفحة Bacterial blight . وقد فشلت المحاولات الرامية إلى إنتاج لوز كبير وأوراق ناعمة مع محصول كبير ، وذلك لامتداد فترة المعاملة بالمبيد طوال الموسم . وتحتاج تجارب التربية إلى التكرار ، دون التعرض للمبيدات للتأكد من الحصول على مقاومة للجاسيد عند انتخاب الأصناف ذات المحصول العالى ، أو ذات الصفات الممتازة التيلة . وفى بعض البلاد التى تزرع القطن تفضل الأصناف ذات الأوراق الناعمة ، حيث إن النباتات التى تتميز بغزارة الشعر تكون أكثر حساسية للذباب الأبيض .Bemisia spp .

وتحتاج عملية انتخاب أصناف مقاومة على أساس عدم التفضيل Non preference إلى إجراء دراسات وأبحاث على نطاق واسع وفى مساحات كبيرة ، حيث تظهر الاختلافات فى وضع البيض لحشرة ما فى التجارب الصغيرة لتوافر فرصة الاختيار . أما فى التجارب الكبيرة .. فإن مجال الاختيار والتفضيل يكاد يكون محدوداً للغاية . وقد لوحظ ظهور بعض الخصائص المورفولوجية فى أوراق البامية تسمح بمجموع مفتوح وبراعم مكشوفة لا تعطى الحماية الكافية للآفة من أعدائها الحيوية . وفى حالة المكافحة الكيميائية فى هذا الصنف نجد أن هذه الصفات تسمح بنفاذ كميات أكبر من محلول الرش ، مما يزيد من راسب المبيد على القرون وعلى الأوراق أسفل الزهرة ، أى ترتفع قدرة المبيد فى إبادة ديدان اللوز .

وقد أمكن استنباط صنف من القطن يتمتع بقصر فترة الزهرة على النباتات ، وبالتالى إذا تم الرش بالمبيدات ، فإن الفترة اللازمة لحماية الزهرة تصبح قصيرة ، كما أن التحكم فى ماء الرى ومعدلات التسميد يعمل على قصر فترة إنتاج البراعم . وبشكل عام .. فإن النمو الغزير فى وجود مستوى عال من النيتروجين يعمل على خفض فترة النمو التى تتعرض للآفة . وتزداد قدرة نبات القطن على تحمل هجوم الآفة المستمر إذا نمت النباتات فى تربة بها مستوى من الرطوبة والحرارة الكافية .

وتوجد بعض النظم الميكانيكية للمقاومة التى قد تؤدى إلى خفض إنتاجية محصول القطن . ولهذا يلزم أن تكون المكافحة الصنفية فى تلازم مستمر مع طرق المكافحة الزراعية والحيوية والكيميائية . وهناك أمثلة أخرى غير القطن ، فمثلاً استنباط أصناف الأرز المبكرة النضج يؤدى إلى تفادى الإصابة المتأخرة بثاقبات الساق .

تعتمد عملية مقاومة الآفة لفعل المبيد على الضغط الانتخابى . وإذا حدث لحشرة ما ضغط انتخابى عال بفعل مبيد ما ، فإن الحشرات التى تنجو من الموت تكون قادرة على الانتخاب بسرعة . وقد أشار Chiang & French عام ١٩٨٠ إلى أن تحمل النبات للآفة يعتبر وسيلة للمكافحة على المدى القصير ، فمثلاً تسبب دودة جذور الذرة **Diabrotica virgifera** أضراراً بالغة للأصناف الحساسة من الذرة ، كما أن هناك بعض الأفراد التى تتمكن من المعيشة على الأصناف النباتية ذات التحمل . ومع استمرار زراعة الأصناف ذات التحمل قد تتزايد الآفة فى التعداد بشكل أكبر من تعدادها على الأصناف الحساسة . وإذا تمت زراعة صنف نباتى مقاوم ، وكسرت فيه المقاومة ، فقد يؤدى ذلك إلى زيادة رهيبة فى تعداد الآفة ، أو ما يطلق عليه بالكارثة Catastrophic . ولذا اقترح العالم Wolfe عام ١٩٨١ زراعة أصناف ذات دَرجات مختلفة من المقاومة فى حقل واحد لخفض انتشار الآفة .

وبصفة عامة .. يمكن القول إن هناك بعض النباتات التى تقاوم الإصابة الحشرية . وهناك الكثير من الدراسات والبحوث التى تجرى بغرض إنتاج السلالات المقاومة التى تتوافر فيها الصفات الوراثية المحسنة . ويلاحظ أن مقاومة النبات للإصابة الحشرية عملية نسبية ، فقد يتحمل النبات الإصابة المتوسطة ، ثم تنهار مقاومته أمام الإصابة الشديدة . وإلى الآن لم يتم التوصل إلى إنتاج سلالات نباتية مقاومة للآفات الحشرية على نطاق واسع بمثل النجاح الذى أحرزته السلالات النباتية المقاومة للأمراض ، وخاصة الفطرية .

الفصل الثالث

المكافحة الحيوية

أولاً : مقدمة

ثانياً : عناصر المكافحة الحيوية

الفصل الثالــث

المكافحة الحيوية

Biological Control

أولاً : مقدمــة

استخـدم اصطلاح Biological control « المكافحة الحيوية » بواسطة العالم Smith عام ١٩١٩ عند مكافحة الآفات بواسطة الطفيليات Parasites ، والمفترسات Predators ، ومسببات الأمراض Pathogens . وتعنى هذه الطريقة الاسنفادة بالأعداء الحيوية للآفات Natural enemies فى تنظيم تعداد عوائلها . ويمكن تعريفها بأنها الوسيلة التى تهدف إلى استخدام أو تشجيع الكائنات النافعة Beneficial living organisms لتقليل تعداد الكائنات الحية الضارة .

ولعل المكافحة الحيوية تعتبر ظاهرة طبيعية مسئولة عن تنظيم النباتات والحيوانات ، وهى عنصر أساسى فى كفة الميزان للمحافظة على التوازن الحيوى . ويعتمد نجاح التطبيق على فهم بيولوجى وبيئى لكل من الآفة والكائنات الحية النافعة . وتعتبر المكافحة الحيوية مفتاح نجاح برامج IPM. وتتميز المكافحة البيولوجية بأمانها وثباتها واقتصادياتها . ويجب أن تؤخذ فى الاعتبار أنه من الصعوبة بمكان تطبيق المكافحة الحيوية ضد جميع الآفات ، وقد تنجح هذه الوسيلة فى تقليل تعداد آفة أو عدة آفات ، ولكنها قد لا تكون الوسيلة الفعالة ضد عديد من الآفات الأخرى . وسوف نشير فى هذا الجزء إلى الطفيليات والمفترسات كعناصر هامة فى المكافحة الحيوية . أما مسببات الأمراض ، فسوف تتم الإشارة إليها فى باب المكافحة الميكروبية .

قام الصينيون قبل عدة قرون من الميلاد باستخدام الأعداء الحيوية لتقليل تعداد الآفات الحشرية . وفى عام ٣٠٠ بعد الميلاد تمكنوا من إدخال نوع من النمل المفترس لمكافحة الخنافس الثاقبة لأشجار الفاكهة ، كما أدخل العرب فى الجاهلية نوعاً من النمل المفترس لمكافحة النمل العادى الذى يصيب نخيل البلح وثماره . وفى عام ١٨٨٩ استوردت الولايات المتحدة فى أول محاولة منظمة للمكافحة الحيوية حشرة أبى العيد روداليا Rodalio cardinalis من أستراليا لمكافحة البق الدقيقى الأسترالى على أشجار الموالح بولاية كاليفورنيا .

ويرجع تاريخ استخدام المكافحة الحيوية فى مصر إلى عام ١٨٩٢ عندما استوردت الجمعية الزراعية حشرة إلى العيد فيداليا من الولايات المتحدة للقضاء على البق الدقيقى الأسترالى . وقد نجحت هذه الحشرة نجاحاً باهراً وهى تؤدى دورها الآن ، دون الحاجة إلى إكثارها فى المعمل . وفى عام ١٩٢٧ أنشأت وزارة الزراعة المصرية معمل أبحاث الطفيليات والمفترسات بالجيزة الذى قام باستيراد حشرة الكربتوليمس (من أنواع أبى العيد) لمكافحة بق القصب الدقيقى ، كما استخدمت بعد ذلك لمكافحة بق الهبسكس الدقيقى ، كما تم استيراد طفيل الأفيلينيس Aphalinus mali من أمريكا عام ١٩٣٤ لمكافحة منٍّ التفاح الصوفى ، كما رُبِّىَ فى مصر عديد من المفترسات والطفيليات المحلية ، بالإضافة إلى استيراد العديد من الأعداء الحيوية ، ومحاولة أقلمتها فى مصر . ويساهم بعضها فى القضاء على العديد من الآفات . وقد استوردت حتى الآن أعداء حيوية نافعة لمكافحة دودة ورق القطن ، وديدان اللوز ، وثاقبات الذرة ، والقصب ، والمن والبق الدقيقى ، وذبابة الفاكهة ، والحشرات القشرية .

ثانياً : عناصر المكافحة الحيوية

(أ) التطفل Parasitism

التطفل هو أن يعيش كائن حى يسمى طفيل Parasite وبصفة مؤقتة Temporary أو دائمة Permenant على جسم كائن حى آخر (العائل) ، ويسمى تطفلاً خارجيا Ectoparasitiam ، أو داخله ويسمى تطفلاً داخليا Endoparasitism . ويحصل الطفيل على غذائه من العائل . وفى التطفل يلازم طور من أطوار الحشرة « غالباً الطور اليرقى » طوراً من أطوار حشرة أخرى ، ويعتمد عليها فى معيشته . ولا يشترط موت العائل نتيجة التطفل ، ولو أنه قد يحدث الموت فى أغلب الأحيان . أما الطور البالغ للحشرة المتطفلة ، فيعيش حرا طليقاً ، إلا فى حالات نادرة ، وفى هذه الحالة تسلك الحشرة الكاملة طبائع غذائية مختلفة ، فمثلاً يرقة ذبابة التاكينا تتطفل داخليا على يرقات دودة ورق القطن ، بينما تطير الحشرة الكاملة وتتغذى على رحيق الأزهار . وغالباً ما يكون الطفيل أقل حجماً وقوة ونشاطاً من العائل . ويحتاج الطفيل إلى عائل واحد لتكملة دورة حياته ، ويسمى ذلك بالتطفل الفردى Monoxonous ، أو عائلين على الأكثر ، ويسمى ذلك بالتطفل المختلط Heteroxonous . وقد يصاب العائل بنوعين أو أكثر من الطفيليات فى نفس الوقت ، ويعرف ذلك بالتطفل المتضاعف Multiparasitism نتيجة لعدم إمكان أنثى الطفيل من التمييز بين العائل السليم والعائل الذى سبق التطفل عليه ، وذلك عند وضعها للبيض ، أو قد يصيب فردان من نوع واحد عائلاً واحداً ، ويسمى ذلك بتكرار التطفل Super-parasitism . وقد يتطفل على الطفيل طفيل آخر ، ويطلق على هذه الحالة فرط التطفل Hyper parasitism .

(ب) الافتراس Predatism

الافتراس هو مهاجمة حشرة ما ، أو أحد أطوارها لحشرة أخرى أو طور من أطوارها والتغلب

عليها ، ثم التغذية عليها . وتسمى الحشرة المهاجمة بالمفترس Predator ، والأخرى بالفريسة أو الضحية Prey . ويعيش الطور اليرق للحشرة المفترسة حرًّا طليقاً . وتقتل الفريسة عادة بعد مهاجمتها بفترة قصيرة . وتحتاج الحشرة المفترسة إلى التغذية على عدة أفراد من العائل تمدها بالغذاء الكافى لاكتمال نموها . ولا يقتصر الافتراس على طور اليرقة أو الحورية ، بل قد تكون الحشرة البالغة مفترسة أيضاً ، فمثلاً نجد أن كلًّا من اليرقات والحشرات الكاملة لخنفساء الكالوسوما مفترسة ، بينما نجد أيضاً أن يرقات الخنافس المعروفة باسم Blister beetles هى الطور المفترس ، بينما تتغذى أطوارها الكاملة على النبات . وغالباً ما يكون المفترس أكبر حجماً وأكثر نشاطاً وقوة من الضحية أو الفريسة .

ويمكن الاستفادة من الأعداء الحيوية بنوعيها باستعمال الحشرات المستوطنة من الطفيليات والمفترسات ، وذلك بجمع أعداد كبيرة منها ، وإطلاقها ، أو بتربية أعداد منها صناعيًّا أو تحت ظروف مناسبة ، ونشرها فى الحقول عند اشتداد الإصابة المراد مكافحتها ، كما يمكن استيراد الحشرات المتطفلة والمفترسة من مواطنها الأصلية إلى مواطن جديدة ، والعمل على أقلمتها وإكثارها .

(جـ) العلاقة بين الحشرة وأعدائها الحيوية

لكل حشرة مواسم للتكاثر والنمو ، تزداد فيها أعدادها ونشاطها ، وبالتالى ضررها على النبات ، كما أن لكل حشرة فترات معينة تقل فيها أعدادها ، وبالتالى ينخفض ضررها . وقد يدخل بعضها فى أدوار التوقف العرضى أو البيات أو السكون . وتزداد الأعداء الحيوية بزيادة تعداد الآفة فى مواسم النمو والتكاثر والنشاط . وتقوم الأعداء الحيوية بالتغذية على الحشرات ، فتعمل على نقص أعدادها فى الطبيعة ، وبالتالى هبوط مستوى تعداد الآفة إلى حد معين . ومتى تناقصت أعداد الآفة ، فإن الطفيل أو المفترس يحرم من عائله أو فريسته ، فيحدث تنافس بين الأفراد على الغذاء المحدود ، ويقل معدل التكاثر ، مما يؤدى إلى خفض تعداد الأعداء الحيوية بانخفاض مستوى الكثافة العددية للآفة .

وتعاود الزيادة فى أعداد الآفة ، وذلك ببداية موسم تال للنشاط والتكاثر ، تقابلها زيادة فى تعداد الأعداء الحيوية المناهضة لها ، والتى تتطفل عليها أو تفترس أفرادها ، مما يعمل على خفض مستوى تعدادها ، وبالتالى ينخفض مستوى تعداد العدو الحيوى . وتستمر هذه الحلقة من الارتفاع والهبوط . ولا يمكن للآفة أن تتزايد أعدادها باضطراد (أى لا يمكن أن تكون العلاقة خطية بين مستوى تعدادها ومواسم نشاطها على مدار السنة) ، ويرجع ذلك إلى دور الأعداء الحيوية على مستوى تعداد الآفة .

(د) حفظ وزيادة الأعداء الحيوية **Conservation and Augmentation**

يتم حفظ وزيادة الكثافة العددية للأعداء الحيوية وفقاً لخطوات علمية مدروسة ، وذلك بغرض

حماية وحفظ تعداد الأعداء الحيوية أو زيادتها إلى الحد الذى يحدث آثاراً اقتصادية ملموسة . ومن أهم الوسائل التى تتبع للوصول إلى ذلك الهدف ما يلى :

١ ـــ إضافة أغذية بديلة إلى البيئة ، وذلك لحفظ وجذب الأعداء الحيوية عندما ينخفض تعداد عوائلها .

٢ ـــ توفير أو تنظيم أماكن إختباء وحماية الأعداء الحيوية ، مثل تجهيز أماكن لها عند حواف الحقول ، أو على الأشجار .

٣ ـــ استخدام أغذية كيميائية متخصصة لزيادة فاعلية الأعداء الحيوية .

وتعمل الأغذية البديلة على زيادة فاعلية الأعداء الحيوية ، وهو اتجاه حديث تم تطبيقه على بعض مفترسات الحشرات والأكاروسات التى تصيب المحاصيل الزراعية . وقد أجريت المعاملة بالندوة العسلية الصناعية (إفراز المن) وحبوب لقاح النحل فى صورة أغذية مرشوشة . وأدت هذه المعاملات إلى تبكير وضع البيض لنوعين من المفترسات ، هما : أسد المن ، والخنافس . وأظهرت هذه المعاملات إنخفاض المنّ وديدان اللوز فى حقول القطن المعاملة .

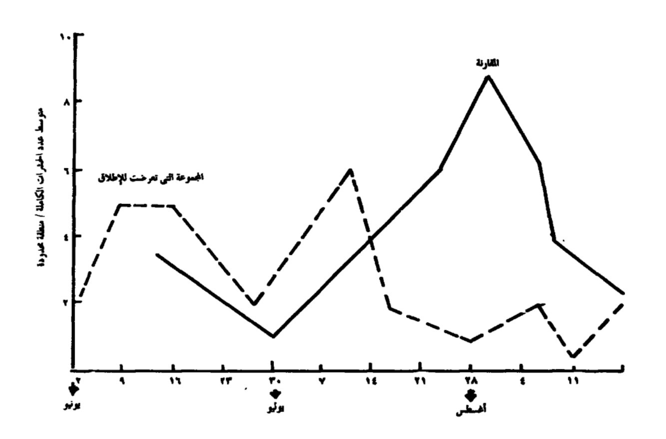
وتتم زيادة تعداد الأعداء الحيوية Augmentation بتوفير أماكن الاختبار والحماية للأعداء الحيوية . ولم تلق هذه الوسيلة الاهتمام الكافى حتى الآن ، رغم أن التجارب التى أجريت عليها أظهرت كفاءتها ضد بعض الآفات ، ففى شمال كارولينا انخفض تعداد حشرة الدخان Tobacco horn worm كنتيجة لتوفير أعشاش وأماكن اختباء الدبور المفترس Polistes على حواف الحقل .

وتجرى عملية حفظ الأعداء الحيوية Conservation ، وذلك بإستخدام المبيدات الحشرية المتخصصة باستخدام جرعات منخفضة من المبيد الحشرى لمكافحة الآفة المستهدفة ، أو بمعاملة مناطق محددة من الحقل بالمبيد الحشرى ، حيث يمكن ترك بعض المساحات فى وسط الحقل على شكل شرائط دون معاملة ، على أساس أن يبدأ منها انتشار الأعداء الحيوية ، حتى تعوض النقص فى المساحات التى عوملت بالمبيد ، كما أن اختيار التوقيت المناسب لاستعمال المبيد يمكن أن يحقق تأثيراً اختياريا على الآفة ، دون التعرض لأعدائها الحيوية . ويتوقف ذلك على معرفة سلوك الآفات وأعدائها الحيوية ودورة حياتها ، ومن ذلك اختيار التوقيت الذى تكون فيه الأعداء الحيوية فى طور غير حساس للمبيدات (مثل طور العذراء) .

(هـ) إطلاق الأعداء الحيوية Inndative and inoculative releases

تعنى عملية تجهيز وإطلاق الأعداء الحيوية تربيتها بأعداد كبيرة ، ثم إطلاقها ، بحيث يتم القضاء على الآفة مجال المكافحة فى فترة زمنية قصيرة ، أو استمرار التربية وتكرار مرات الإطلاق فى حدود أعداد قليلة نسبيا من الأعداء الحيوية ، بحيث يتم تحقيق الهدف بعد عدة أجيال . ويوجد الآن بالولايات المتحدة الأمريكية شركات تتولى تسويق وبيع الأعداء الحيوية للمزارعين ومالكى الحدائق .

ولعل الحفظ الجيد للأعداء الحيوية ، وعدد مرات الإطلاق ، وتوقيت التربية ، والعمر ، واستخدام العدو الحيوى النموذجى من العوامل الهامة فى نجاح المكافحة الحيوية . ومن أهم الوسائل الفعالة فى مكافحة الذباب المنزلى إطلاق الطفيل **Spalangia endius** ، وهو يتطفل فى طور اليرقة على عذارى الذباب المنزلى . وتتم عملية إطلاقه ثلاث مرات أسبوعيًا فى مزارع الدواجن بولاية فلوريدا . وقد أدى ذلك إلى خفض تعداد الذباب المنزلى إلى الحد الآمن فى خلال ٣٥ يوماً من بداية الإطلاق . والشكل (٣ــ١) يوضح ذلك .



شكل (٣ــ١) : تأثير إطلاق الأعداء الحيوية (طفيل الدبور) على تعداد الذباب المنزلى فى مزرعة للدواجن .

(و) وسائل تقدير القيمة النسبية للأعداء الحيوية لآفة معينة

١ ــ إجراء دراسات بيولوجية معملية لتقدير فعالية أحد المفترسات أو الطفيليات بالتعرف على بعض القيم المعينة ، كطول دورة حياته ، بالمقارنة مع دورة حياة الفريسة أو العائل ، ومدى قدرته على الافتراس والتكاثر .

٢ ــ إجراء دراسات على المفترسات أو الطفيليات فى الأقفاص تهدف إلى مقارنة تعدادات محددة من آفة معينة (سواء وضعت بطرق صناعية ، أم جمعت من الطبيعة) فى حالة وجود أحد المفترسات أو الطفيليات ، أو فى حالة غياب العدو الحيوى .

٣ ــ إجراء دراسات ميدانية وتجريبية تتضمن تقليل أعداد الأعداء الطبيعية أو استبعادها تماماً وذلك بواسطة المعاملة بالمبيدات (وهى طريق التحقيق بواسطة المبيدات الحشرية) .

٤ ــ إجراء حصر دورى مستمر فى الحقل للحصول على البيانات الخاصة بمدى الإصابة بالآفات ، وكثافة أعداد المفترسات ، ومستويات التطفل .

٥ ــ الاستفادة من التحليل الانحدارى للبيانات التى جمعت عن طريق المشاهدات الروتينية فى الحقل .

٦ ــ وضع جداول الحياة للحشرات ، وهى الجداول التى تعد بواسطة البيانات المجمعة من الحقل وفقاً لخطة معينة . ويتيح تحليل مثل تلك الجداول التعرف على العوامل المسببة للموت ، كما تبين مدى تأثير مختلف الأعداء الطبيعية . وقد يكون من الأفضل أحياناً مقارنة البيانات التى يتم جمعها تحت مجموعتين مختلفتين من الظروف ، حيث تساعد العلاقات القائمة بين الكائنات التى تقتات على الحشرات فى إلقاء مزيد من الضوء على تأثير الأعداء الحيوية .

ومن الضرورى إجراء دراسات بيولوجية على كل نوع من أنواع الأعداء الطبيعية الهامة للتعرف على إمكانيات تلك الأنواع ، فمعرفة طول دورة حياة الطفيل أو المفترس ، ومدى اعتماد هذه الدورة على درجة الحرارة ، وعلى العوامل الأخرى الخاضعة للتقلبات الموسمية ، وكذلك معرفة القدرة على التكاثر والافتراس لهما تأثير كبير فى تحديد مدى قدرة الطفيليات أو المفترسات فى الحد من أعداد عائلها أو فريستها . وحتى فى حالة دراسة نوع من الأنواع تحت ظروف صناعية ، فإن ذلك يساعد فى فهم مدى فعالية ذلك النوع كعدو طبيعى . وعلى سبيل المثال .. فقد أجريت دراسات مقارنة على أحد مفترسات البيض ، وأحد طفيليات البيض ، وأحد طفيليات اليرقات التى تهاجم دودة ورق القطن الصغرى فى بيرو . وعلى ضوء الشواهد المستمدة من الحقل .. قد يكون من الصعب تحديد أى هذه الأعداء الطبيعية هو الأكثر أهمية ، إلا أن المعلومات التى أمكن جمعها عن الصفات البيولوجية لتلك الأنواع الثلاثة أظهرت تفوق طفيليات اليرقة ، حيث تتمتع بعدد فائق من الأجيال (بمعدل جيلين لكل جيل واحد من الآفة) ، ولا يستغرق تطورها من البيض حتى الحشرة الكاملة سوى ١٤ يوماً فقط . وهى تتوالد بكريا ، بالإضافة إلى أن قدرتها على التكاثر تفوق قدرة كل من طفيل البيض ومفترس البيض .

(ز) مراحل إدخال العدو الحيوى إلى البيئة الجديدة

١ ــ دراسة الآفة من النواحى البيولوجية والبيئية والفسيولوجية ، ومعرفة مدى تأثرها بأعدائها الحيوية المحلية ، وأنواع هذه الأعداء ، وأثر كل منها على حدة فى خفض الكثافة العددية للآفة . فى حين تعجز الأعداء الحيوية المحلية فى مكافحتها . ومن الصعب الحصول على حكم سريع لمدى نجاح العدو الحيوى المستورد فى مكافحة الآفة . ومع ذلك .. فإن أثر العدو الحيوى يظهر بشكل ملحوظ فى تقليل أعداد الآفة باضطراد من عام لآخر .

٢ ــ البحث عن الموطن الأصلى للآفة مجال المكافحة ، ودراسة حالتها وأعدائها الحيوية من الطفيليات والمفترسات ، ومعرفة الأسباب التى تحول دون ظهورها كآفة خطيرة . وكذا أنواع الأعداء الحيوية التى تؤثر عليها ، ودراسة تأثير كل منها فى المحافظة على التوازن الطبيعى ، ومنع الحشرة التى تؤثر عليها ، ودراسة تأثير كل منها فى المحافظة على التوازن الطبيعى ، ومنع الحشرة من الازدياد حتى تصل إلى مرتبة الآفة . ولا يقتصر الأمر على دراسة الموطن الأصلى للآفة ، بل يتعداه إلى المناطق الأخرى من العالم ، والتى توجد فيها الآفة وتتشابه ظروفها مع ظروف البلد المراد استيراد العدو الحيوى إليه .

٣ ــ استيراد الأعداء الحيوية التى تثبت صلاحيتها من الدراسة السابقة ، ومحاولة الاستفادة منها فى البيئة الجديدة ، ثم يربى العدو الحيوى فى المعمل ، وتجرى الدراسات للوصول إلى أفضل السبل لإكثاره ، وكذا أفضل العوائل التى تساعد على استمرار تربيته فى المعمل ، والحصول على أعداد كبيرة منه .

٤ ــ بعد الحصول على مستعمرات كبيرة من العدو الحيوى المستورد تجرى عمليات الإطلاق ، حيث يوزع على الحقول بأعداد كبيرة فى المناطق التى تشتد فيها الإصابة بالآفة المراد مكافحتها . تتم عملية المراقبة والملاحظة المستمرة ، وتسجل النتائج التى يتم الحصول عليها تحت الظروف الحقلية . وتستمر عمليات الإكثار والإطلاق للأعداء الحيوية لعدة سنوات ، حتى تثبت إمكانية تكيف وأقلمة وانتشار العدو الحيوى ، أو حتى يثبت عدم نجاحه واستحالة الحصول على نتائج اقتصادية منه ، فتوقف الأعمال الخاصة به .

ومن الأمثلة التى اتبعت فيها الخطوات السابقة استيراد الدبور الفارسى من العراق وإيران إلى ولاية كاليفورنيا لمكافحة حشرة الزيتون القشرية . وقد نجح هذا الطفيل فى اختزال الإصابة إلى ٢٪ .

(ح) صفات العدو الحيوى الناجح

١ ــ أن يتميز بقدرته على الحركة حتى يمكن العثور على عائله بسهولة .
٢ ــ يلزم أن يتميز العدو الحيوى الناجح بمقدرة عالية على تحمل الظروف البيئية غير الملائمة .
٣ ــ أن تكون للعدو الحيوى عوائل ثانوية يمكنه التغذية عليها عند غياب العائل الأصلى .

٤ ــ ألا يكون للطفيل أو المفترس أعداء حيوية فى بيئته تقضى عليه .
٥ ــ ألا يتغذى على العوائل النباتية أو يسبب لها ضرراً .
٦ ــ ألا يتطفل أو يفترس الحشرات النافعة أو الأعداء الحيوية الأخرى .
٧ ــ أن تكون لأنثى الطفيل القدرة على استعمال آلة وضع البيض . وهذا يتوقف على قوتها ، وطولها ، ومرونتها . والمدة اللازمة لغرسها ، والمكان المناسب لوضع البيض ، وعلى قدرة الطفيل على تخدير العائل .
٨ ــ أن تكون للطفيل القدرة على تنظيم معدل وضع البيض والنسبة الجنسية ، حيث إنه فى حالة وجود العائل بأعداد قليلة يجب أن تزداد نسبة إناث الطفيل عن ذكوره .
٩ ــ أن توافق دورة حياة الطفيل دورة حياة العائل المراد مكافحته .
١٠ ــ أن يقضى على الآفة المراد مكافحتها .

(ط) الصعوبات التى تعترض التوسع فى استخدام الطفيليات والمفترسات فى المكافحة

١ ــ تحتاج هذه العملية إلى خبراء متخصصين على مستوى عال من الكفاءة .
٢ ــ تحتاج إلى فترة زمنية طويلة حتى تظهر نتائجها .
٣ ــ من الضرورى استيراد أكثر من طفيل أو مفترس واحد للآفة مجال المكافحة ، وذلك ضماناً لنجاحها .
٤ ــ قد لا تلائم الظروف البيئية المحلية نشاط العدوالحيوى المستورد بقدر ملاءمتها لنشاط الآفة ، وبالتالى يكون مستوى نشاط العدو الحيوى أقل من نشاط الآفة .
٥ ــ يعتمد الطفيل أو المفترس كلية على عائل واحد . وبعضها يعتمد على عوائل أخرى بجانب العائل الأصلى . وغياب هذه العوائل الأخرى يحدد أو يقلل من نجاح إدخال أو أقلمة العدو الحيوى فى البيئة الجديدة .
٦ ــ قد يكون العدو الحيوى المستورد عرضة لأن يتطفل عليه أو تفترسه حشرات أخرى موجودة فى موطنه الجديد .
٧ ــ تصلح فقط فى حالات الآفات ذات الحد الحرج الاقتصادى العالى .

الفصل الرابع

المكافحة الميكروبية

أولاً : مقدمة
ثانياً : مسببات الأمراض فى الحشرات
ثالثاً : صفات مسببات الأمراض
رابعاً : العوامل البيئية
خامساً : تطبيق المبيدات الميكروبية

الفصل الرابـــع

المكافحة الميكروبية
Microbial Control

أولاً : مقدمـة

تعرف المبيدات الميكروبية Microbial pesticides بأنها عبارة عن كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض Pathogens تؤدى فى النهاية إلى موت الحشرات ، وقد يطلق عليها اسم المبيدات الحية Living pesticides . وقد نالت هذه الوسيلة من المكافحة اهتماماً واسعاً فى كثير من الدول ، خاصة فى السنوات الأخيرة . وقد أطلق العالم Stein haus عام ١٩٥٦ اصطلاح المكافحة الميكروبية عند استخدام المستحضرات الميكروبية فى مكافحة الآفات ، واعتبرها إحدى فروع المكافحة الحيوية التى يستخدم فيها الإنسان الكائنات الحية الدقيقة فى تنظيم تعداد الآفة فى منطقة معينة . وقد أظهرت الدراسات المعملية والحقلية نجاح بعض مسببات الأمراض فى مكافحة الآفات ، وأهمها البكتيريا ، والفيروس ، والفطر ، والبروتوزوا .

عند تقييم العوامل المسببة للموت ، والموجودة طبيعيًا ، فإنه من السهل أن نتبين أن مسببات الأمراض هى كائنات حيوية هامة تساعد على تنظيم أعداد الكثير من الآفات الحشرية . وفى بعض الأحيان قد تصل درجة أهميتها إلى حد الاحتفاظ بأعداد الآفة دون مستوى الضرر الاقتصادى . وتبدو أهمية مسببات الأمراض أكثر وضوحاً كعوامل منظمة لأعداد الحشرات فى حالات انتشار الأوبئة ، وهى الحالات التى يصل الأمر إلى إنقاص أعداد العوائل الحشرية لحد كبير . وبالإضافة إلى إحداث الموت المباشر ، فقد تتدخل مسببات الأمراض الحشرية فى عمليات تطور الحشرات وتكاثرها ، وقد تقلل أيضاً من مدى مقاومتها للتعرض للطفيليات ، والمفترسات ، والمسببات الأخرى للأمراض . كما قد تؤثر أيضاً على مدى استجابة الحشرات لفعل المبيدات الكيميائية ، ووسائل المكافحة الصناعية الأخرى . وبالرغم من مسببات الأمراض الحشرية لا تدرج دائماً فى تحليل عوامل الموت الموجودة طبيعيًا ، إلا أنه من المحتمل أن يرجع ذلك إلى صعوبة التعرف عليها نظراً لصغر حجمها ، أو لعدم وضوح التأثيرات التى قد تسببها لعوائلها .

ثانياً : مسببات الأمراض فى الحشرات

١ ــ البكتريا Becteria

وهى تمثل أكبر مجموعة من الكائنات الحية المستعملة فى مجال مكافحة الآفات . والأنواع التى استعملت بكثرة هى تلك التى تكون جراثيم . وتعتبر بكتيريا الباسيللس Bacillus thuringiensis من أهم مسببات الأمراض البكتيرية التى تنقل الأمراض للعديد من الآفات الحشرية ، كما تعتبر من أهم المبيدات البكتيرية التى تم تصنيعها فى مجال المكافحة الميكروبية . ويمتاز هذا المبيد بسهولة إنتاجه وفاعليته فى إحداث المرض ، بالإضافة إلى انخفاض تأثيره على الأعداء الحيوية ، وعدم تأثيره على الثدييات . وقد وجد أن تناول اليرقات لجراثيمه وبلّوراته يعطى تأثيراً قويا ، خاصة بالنسبة لليرقات التى تتغذى على أوراق النبات ، والتى تكون لقناتها الهضمية درجة حموضة تصل إلى ٨,٩ (قلوى مرتفع) ، وتقوم إنزيماتها بتحليل الجراثيم المتبلورة ، وينطلق التوكسين السام . وينتج هذا المبيد البكتيرى فى صورة مسحوق قابل للبلل ، أو مسحوق تعفير . ومن أشهر مستحضراته : الثيورسيد ، باكتوكال ، باثورين ، بيوسبور ، الدايبل ، البيوترول ، الأجريترول ، الباكتوسبين . وتمتاز هذه البكتيريا بقدرتها على تكوين بلّورات سامة للحشرة . ومن الجدير بالذكر أن هناك مجموعة من المبيدات الميكروبية المستخلصة من بكتيريا Bacillus popillia ، أهمها مستحضرات الدووم والجابونكس . وقد نجحت فى مكافحة الخنافس اليابانية عند حقنها فى التربة .

٢ ــ الفطريات Fungi

استعملت الفطريات بكثرة فى مكافحة الآفات ، خاصة فى المناطق العالية الرطوبة ، حيث تلائم الرطوبة المرتفعة إنبات جراثيم الفطر . ومن أكثر المستحضرات الفطرية المستخدمة فى مجال مكافحة الآفات : البيوفرين ، والبيوترول وهما مستحضران من فطر Beauveria bassiana ، ويستخدمان فى صورة مسحوق ، أو محبب ، أو سائل للرش . وقد نجحا فى مكافحة حفار ساق الذرة الأوروبى ، وخنفساء الكلورادو . وقد يرجع الفشل فى المكافحة أحياناً إلى انخفاض نسبة الرطوبة . وتنتقل العدوى بالملامسة ، فتنمو جراثيم الفطر على سطح الآفة ، وتخترق هيفات الفطر جدار الجسم لتصل إلى داخله . ويساعد وجود الثقوب أو الجروح على جسم الحشرة فى إحداث المرض . قد أظهر فطر Verticillium Lecani مؤخراً كفاءة عالية كمبيد للمن ، خاصة عند استخدامه فى الصوبات الزجاجية ، والتى يمكن رفع نسبة الرطوبة بها بإحاطة النباتات بأغلفة من البولى إيثيلين .

٤ ــ الفيروسات Viruses

انتشر استخدام الفيروسات حالياً كطريقة ناجحة من طرق المكافحة الميكروبية . وأهم أنواع الفيروسات التى تصيب الحشرات هما : فيروس Polyhedrosis ، وفيروس Granulosis . ومن أنجح مستحضرات الفيروس فى مكافحة الآفات : الفيريكس والفايرون . وقد استخدم فيروس

رشا فى صورة معلق لمكافحة الأطوار غير الكاملة لدودة ورق القطن « خاصة الطور Polyhedrosis البرق » ، وتحدث العدوى عن طريق التغذية على غذاء ملوث بجزيئات بلّورات الفيروس . وتتميز الحشرات المصابة بوجود جزئيات متبلورة يختلف شكلها باختلاف نوع الفيروس المسبب للمرض . وكثيراً ما نرى يرقات دودة ورق القطن المصابة بهذه الفيروسات ، فى حقول القطن ، معلقة من أرجلها الخلفية ، ورأسها لأسفل . وتنفجر هذه اليرقات عند لمسها ويخرج منها سائل مصفر ذو رائحة كريهة ، مما يساعد على انتشار المرض بين الحشرات الطبيعية .

٤ ــ البروتوزوا Protozoa

ومن أهم أنواعها فى مجال المكافحة ، بروتوزوا النوزيما Nosema bombycis المسببة لمرض البيرين ، الذى يصيب ديدان الحرير . ومرض النوزيما الذى يصيب نحل العسل ، كما تصيب بروتوزوا Microsporidium دودة ورق القطن . وهو يستخدم رشا فى صورة معلق ، إلا أنه لم يلق نجاحاً من الناحية التطبيقية لبطء فاعليته على الحشرات ، وصعوبة إكثار المسبب للمرض ، مما جعل من الصعب التوسع فى تطبيقها .

ثالثاً : صفات مسببات الأمراض Properties of the pathogens

١ – السلالات والأصناف Strains and varieties

يتيح توفر السلالات إمكانية اختيار أكثرها فاعلية فى المكافحة الميكروبية ضد الآفة المستهدفة . وتظهر السلالات والأصناف بشكل واضح فى البكتيريا ، والفطر ، وبشكل محدود فى الفيروس والبروتوزوا ، إذ تظهر سلالات فيروسات الحشرات فى المجاميع المكونة أجسام البولى هيدرا فقط ، والتى يرتبط شكلها بسلالة الفيروس . وفى البكتيريا تعتبر سلالة B.thuringiensis هى أكثر السلالات كفاءة فى مجال المكافحة الميكروبية . وهناك نوع آخر من هذه البكتيريا هو B.cereus ، والفرق بين النوعين يكمن فى وجود بللورات سامة والقدرة الفائقة على إحداث المرض للحشرات بالنسبة للنوع الأول مقارنة بالنوع الثانى وقد تم اكتشاف ستة أنماط من B. thuringies قادرة جميعها على تكوين البلّورات ، ولكنها تختلف فى قدرتها على إحداث المرض فى الحشرات . وتختلف هذه القدرة باختلاف كمية ، ونوعية التوكسينات التى تنتجها . أما الأنواع التى لاتكوّن بلّورات Noncrystaliferous مثل بكتيريا B. cereus ، فقد أمكن عزل ١٢ سلالة منها ، ووجد أن قدرتها على إحداث المرض تعتمد على مدى إنتاجها لإنزيم Lecithinase .

٢ – القدرة على إحداث المرض Virulence

من أهم صفات مسبب المرض فى المبيدات الميكروبية هى قدرته على إحداث المرض . وترتبط هذه القدرة تماماً بقدرة مسبب المرض على غزو وإحداث الضرر للنسيج ، أو العضو المستهدف فى العائل .

وقد يحدث المسبب Pathogen المرض دون النفاذ الحقيقى إلى الدم . وقد يمكن قياس الاختلافات فى القدرة على إحداث المرض بمدى رد فعل العائل تجاه مسببات الأمراض . كما يمكن قياسها كميًّا بالتقييم الحيوى لأعداد معينة من مسببات الأمراض المعاملة ضد سلالة متجانسة من عائل ما . ويمكن كذلك إجراء التقييم بحساب مدى الفقد فى وزن العذارى ، ومدى الخلل فى التبادل الغازى (فى حالة الفطر) . ويرتبط تقدير إنتاج الإنزيم Proteinase إيجابيًّا بقدرة البكتيريا على إحداث المرض ، حيث إن القدرة على تحليل البروتين ترتبط بمدى تكسير الجيلاتين .

وهناك طرق عديدة لزيادة قدرة مسببات الأمراض على إحداث المرض ، وقد نجحت هذه الطرق إلى حدٍّ كبير مع البكتيريا مثل ، إضافة بعض المواد لمسببات الأمراض ، والتى تعمل على زيادة قدرتها على التخلل . كما أن التغذية وظروف التربية لمسبب المرض قد تؤثر على مدى قدرته على إحداث المرض .

٣ - التوكسينات Toxins

وهى عبارة عن مواد تنتجها الكائنات الحية الدقيقة ، وتكون سامة للحشرات . ويمكن استخدام هذه المواد مباشرة فى المكافحة الميكروبية . وقد انحصرت معظم دراسات التوكسينات على البكتيريا والفطر . وأشارت الدراسات إلى أن بكتيريا B. thuringiensis تنتج التوكسينات الآتية :

(أ) (Crystal toxin) Thermolabile endotoxin

(ب) (Ely toxin) Thermostable exotoxin

(جـ) Baciilogenic antibiotic

(د) إنزيم Lecithinase

(هـ) إنزيم Proteinase

وأهم هذه التوكسينات هو Crystal endotoxin ، وهو شبيه بالبروتين Proteinaceous . ولسوء الحظ ... فإن هذا التوكسين معقد للغاية ويصعب تخليقه حتى الآن . ويتحلل هذا التوكسين بفعل العصارة القلوية للمعى الوسطى ، ثم يؤثر على نفاذية الخلايا الطلائية لها ويسمح للعصير العالى القلوية بالنفاذ إلى الدم ، مما يؤدى إلى زيادة حموضة الدم . ويؤدى التغير فى حموضة الدم إلى حدوث شلل عام يعقبه الموت فى خلال ١ - ٧ ساعات فى بعض الحشرات مثل دودة الحرير . وفى حشرات أخرى يؤدى هذا التوكسين إلى سقوط الخلايا الطلائية للمعى الوسطى يعقبها شلل للقناة الهضمية . وجميع أنواع الحشرات الحساسة لهذا التوكسين تتميز بدرجة حمضية قاعدية بالمعى الوسطى تتراوح بين ٩ - ١٠,٥ .

أما التوكسين الثانى الذى تنتجه بكتيريا B. thuringiensis ، فهو ثابت مع الحرارة ، وله وزن

جزيئى صغير ، يذوب فى الماء ، سام بالحقن فى الدم وليس له تأثير عن طريق الفم . ويؤثر التوكسين على تعذر الذباب المنزلى ، لذا يطلق عليه اسم توكسين الذباب Fly toxin أو عامل الذباب Fly factor . وعند حقن هذا التوكسين على حشرات من رتب مختلفة وجد أنه لايؤثر إلا على رتبة ذات الجناحين . ويظهر فعل هذا التوكسين السام أثناء فترة الانسلاخ .

وينتج إنزيم Lecithinase (Phospholipase c) من معظم أنواع البكتيريا ، خاصة B.Cereus . وقد وجد أن هناك علاقة معنوية بين قدرة سلالات B.Cereus على إحداث المرض لحشرة Pristiphora eriehsoni ، ومعدل إنتاج الإنزيم . وقد أشار العالم Heim pel عام ١٩٥٥ كذلك إلى أن الإنزيم يلعب دوراً هاما فى غزو وقتل الحشرة بفعل البكتيريا .

وتنتج بكتيريا Pseudomonas aeruginosa مادة بروتينية سامة مضادة للجين ، تقوم بقتل يرقات Gallaria عند حقنها فى الدم . وتعتبر كذلك مادة متخصصة فى تثبيط التمثيل الغذائى حيث تؤثر على إنزيمات Phenoloxidases .

وهناك بعض أنواع الفطر التى تفرز مواد سامة للحشرات مثل فطر Beauveria bassiana . وقد أمكن عزل المواد السامة Destruxin B, Destruxin A من فطر Aspergillus oshraceous . كما تمكن العالمان Suzuki ، Nagatsu عام ١٩٦٥ من إنتاج توكسين (Piericdin A) وهو سام جدًّا لدودة الحرير وأبى دقيق الكرنب . كذلك أمكن عزل الميكونوكسين Mycotoxin ، والذى يتميز بوزن جزيئى صغير مقارناً بالتوكسينات التى تنتجها البكتيريا . وتسبب الميكروتوكسينات ردود أفعال تشنجية ، أو تقلصات عند معاملتها للحشرات .

وقد أظهرت الدراسات أن فيروس Sericesthis pruinosa ينتج تأثيرًا سامًّا للخلايا ، وذلك عند تربيته على خلايا مبيض حشرة Antheraea eucalypti ، ولسوء الحظ .. فشلت عمليات استخلاص اللم السام بالطرد المركزى للفيروس .

٤ – الثبات Persistence

عند تسويق مسببات الأمراض فى صورة مبيدات ميكروبية .. يلاحظ أنها تتميز بطول فترة حياتها واحتفاظها بحيويتها ، وقدرتها على إحداث المرض مع ظروف التخزين . فالجراثيم المقاومة من البكتيريا والفطر ، والبروتوزوا ، وكذا أجسام الفيروس تتميز بقدرتها العالية على التخزين . ويظل معظمها محتفظاً بحيويته تحت الظروف المناسبة لمدة عام على الأقل . بينما احتفظت بعض الفيروسات بقدرتها على إحداث العدوى لمدة عام حينما حفظت فى شكل معلق مع هيموليمف الحشرة على درجة ٤°م .

ويمكن معاملة مسبب المرض فى الأطور المقاومة بنجاح عن طريق الرش ، والتعفير ، ويستمر ثباته فى الحقل لفترات كافية تتوقف على العوامل البيئية ، مثل : الجفاف – الإشعاع الشمسى – الحرارة .

وقد لوحظ عموماً أن مسببات الأمراض لا تستمر فترة طويلة على المجموع الخضرى للنبات ، وربما كان ذلك بسبب تأثير أشعة الشمس ، أو الأمطار ، أو الرياح . ويمكن إضافة بعض المواد المحسنة التى تطيل من فترة ثباتها على النبات .

٥ – الانتشار Dispersal

تعامل مسببات الأمراض بطرق الرش ، أو التعفير التقليدية وأحياناً بالطائرات . ويجب تجنب درجات الحرارة المرتفعة ، والمذيبات السامة عند التطبيق . كما يلزم أن تكون درجة حموضة محلول الرش أقرب إلى التعادل حيث تتحلل مسببات الأمرض البكتيرية والفيروسية فى الوسط الحامضى والقلوى .

وتنتشر مسببات الأمراض بحركة العائل الأولى ، أو الثانوى ، أو بفعل العوامل الطبيعية مثل الرياح والأمطار . وتعتبر حركة الأفراد المصابة كذلك هامة فى انتشار الأمراض الفيروسية ، خاصة فى الغابات .

٦ – طرق نقل العدوى Methods of Transmission

لابد أن ينفذ مسبب المرض إلى دم الحشرة ، وذلك بالرغم من بعض الحالات التى يستمر فيها تواجده فى القناة الهضمية ، حيث ينتج التوكسين ويحدث الأعراض المرضية ، ثم الموت ، مثل clostridium الذى تم عزله بواسطة Bucher عام ١٩٥٧ . وغالباً مايكون وصول مسبب المرض إلى الدم ضرورياً لموت العائل فى معظم مسببات الأمراض . وتعتبر القناة الهضمية الطريق الأمثل لوصول مسببات المرض إلى الدم ، وذلك فى حالة الفيروس ، والبكتيريا ، والريكتسيا ، والبروتوزوا ، وبعض النيماتودا . لذا .. يلزم عند استخدام هذه الكائنات الدقيقة فى صورة مبيدات ميكروبية أن تعامل مع غذاء الآفة .

ويعمل الغشاء حول الغذائى Peritrophic membrane ، وبعض مواد العصير المعوى على منع العدوى بالكائنات الحية الدقيقة . وعلى العكس من ذلك نجد أن خدش الخلايا الطلائية للقناة الهضمية يتيح للبكتيريا الوصول إلى الدم بسرعة ، أما الفطر فهو يدخل جسم الحشرة خلال الجلد . ولكن هناك بعض أنواع الفطريات التى تسبب العدوى عن طريق القناة الهضمية . كما أظهرت الدراسات أن العدوى بالنيماتودا تتم من خلال جروح الجلد ، أو بمساعدة الطفيليات والمفترسات التى تعمل كناقلات .

رابعاً : العوامل البيئية Environmental Factors

تؤثر العوامل البيئية على نجاح تطبيق المعاملة بالمبيدات الميكروبية . ويتوقف مدى تأثير هذه العوامل على نوع المعاملة (المعاملة على المدى القصير ، أو المدى الطويل) . وعموماً .. فإن المعاملة

على المدى القصير تتأثر بالعوامل الطبيعية مثل : الأمطار ، والرياح ، وأشعة الشمس ، وهى من أهم العوامل الحيوية . ويتشابه تأثير العوامل الطبيعية على المبيدات الميكروبية مع تأثيرها على المبيدات الكيميائية . وتؤثر العوامل البيئية عموماً على مدى قدرة المرض ، وثباته ، وانتشاره ، وانتقاله ، وعلى مقاومة العائل لمسبب المرض .

١ – العوامل الطبيعية **Physical Factors**

يؤثر ارتفاع الرطوبة بشكل ضعيف على الأمراض الفيروسية ، بينما قد تزيد الأمطار أو تقلل من حدوث المرض الفيروسى ، وذلك عن طريق غسل الفيروس من على السطح المعامل ، أو توزيعه رأسيا على النبات . وفى المعمل نجد أن ارتفاع نسبة الرطوبة يزيد من انتشار الأمراض البكتيرية ، كما تؤثر الرطوبة على حيوية وثبات جراثيم البروتوزوا . وتعتبر الرطوبة عاملاً حاسمًا فى حالة الفطر ، حيث تزيد من إنبات جراثيم الفطر ، وتزيد بالتالى من انتشار العدوى . مع أن هناك بعض الآراء التى تشير إلى أن جراثيم الفطر قد تنبت تحت نسبة رطوبة ٦٠٪ ، كما أن النيماتودا تحتاج إلى نسبة رطوبة عالية .

يؤدى ارتفاع الحرارة إلى الإسراع من انتشار المرض ، ويقلل من فترة حضانته حتى إحداث الموت .، حيث يبلغ طول فترة إحداث الموت ، لفيروس البولى هيدروسيس على درجة ١٠°م خمسة أضعاف طول الفترة على درجة ٣٢°م ، ولا تطول فترة إحداث العدوى لبكتيريا **B.thuringiensis** بينما تنخفض نسبة موت اليرقات المعاملة . ولاتؤثر الظروف المناخية مطلقاً على مدى انتشار أمراض **Microsporidian** .

أما بالنسبة لأشعة الشمس .. فقد لوحظ أنها تؤدى إلى فقد نشاط عديد من مسببات الأمراض الحشرية . فقد يؤثر انخفاض درجة حموضة التربة على حيوية جراثيم بكتيريا **B.popilliae** . كما وجد أن فطر المسكردين الأخضر يحتاج إلى تربة حامضية ، بينما يحتاج فطر المسكردين الأحمر إلى تربة قلوية . وتؤثر إضافة الأسمدة على درجة حموضة التربة ، فيتحدد بالتالى نوع الفطر القادر على إحداث المرض فى حشرات التربة . وهناك بعض أنواع النيماتودا التى تفضل التربة الكلسية .

٢ ــ العوامل الحيوية **Biotic factors**

تؤثر العوامل الحيوية على المبيدات الميكروبية عند معاملتها على المدى الطويل ، حيث تؤثر التغذية على حساسية الحشرات للعدوى بالأمراض . وبالإضافة إلى القيمة الغذائية ... فإن وجود مواد قاتلة للبكتيريا فى العائل النباتى يلعب دوراً هاما فى كفاءتها . كما قد تحتوى عصارة الأوراق النباتية على مواد مثبطة لبكتيريا **B.thuringiensis** . ويلعب نوع العائل النباتى فى الجرعة القاتلة ، ومدى حيوية المبيد الميكروبى ، ونوع وكمية الميكروفلورا الموجودة بالأمعاء دوراً كبيراً فى التأثير على المبيدات الميكروبية ، حيث إن ارتفاع كميتها فى يرقات أبى دقيق الصليبيات **Pieris brassicae** يزيد من

حساسيتها لبكتيريا B. thuringiensis . وقد أظهرت الدراسات أن لـ Microspordian القدرة على تثبيط نمو بعض مسببات الأمراض فى الإنسان ، مثل : تثبيط نمو طفيل الملاريا Plasmodium Falciparum فى القناة الهضمية للعائل . ومن هنا تبرز أهميتها فى مجال المكافحة الميكروبية .

خامساً : تطبيق المبيدات الميكروبية Method of Application

١ ــ التطبيق على المدى القصير Application for short-term Control

تتم عملية التطبيق مباشرة رشًا أو تعفيراً ، مثلها فى ذلك مثل المبيدات الكيميائية . وعليه ... يتم تجهيز هذه المبيدات فى صورة مستحضرات ، ويتم كذلك تكرار مرات المعاملة . وقد تحقق بعض النجاح عند المعاملة بمسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية ضد الحشرات التى تتغذى على المجموع الخضرى . كما أظهرت هذه الطريقة نجاحاً فى حالة الحشرات ذات الحد الحرج الاقتصادى المنخفض ، والتى تتمكن من إحداث أضرار كبيرة بأقل كثافة عددية . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن تكون الفترة من إحداث العدوى ، حتى إحداث المرض قصيرة . ويتوقف ذلك على الجرعة وعمر الحشرة . وقد وجد أن يرقات العمر الأول والثانى تموت بعد ١ ــ ٣ أيام من تناول الفيروس والبكتيريا ، أما الأعمار الكبيرة فهى أكثر مقاومة بالرغم من توقفها عن التغذية بعد فترة قصيرة من تخلل مسبب المرض . ويعتبر التوقيت المناسب ، والتغطية الكاملة من العوامل الهامة فى تحقيق النجاح فى التطبيق . وقد أظهرت هذه الطريقة كذلك نجاحاً طيباً عند استخدام بكتريا B. thuringiesis ، وفيروس Polyhedrosis فى مكافحة دودة اللوز الأمريكية . ويفضل أن تكون قدرة المسبب على إحداث المرض عالية .

٢ ــ التطبيق على المدى الطويل Application for long-term Control

لا يتم التطبيق هنا بشكل مباشر ، وإنما يتم عن طريق نشر حشرات مريضة فى المنطقة المصابة ، أو وضع بيئات مرضية فى أماكن مختلفة بالمنطقة المصابة ، أو برش أو تعفير أجزاء متباعدة من المنطقة المصابة على اعتبار أن ينتشر المرض فى المنطقة المصابة كلها بفعل حركة الحشرات المريضة . وتستخدم هذه الطريقة فى حالة الحشرات ذات الحد الحرج الاقتصادى العالى للإصابة ، بينما لا تنجح فى حالة الحشرات ذات الحد الحرج الاقتصادى المنخفض ، والتى تتطلب فترة قصيرة حتى تظهر نتيجة المكافحة . ومن أهم العوامل التى تحكم تأثير المبيدات الميكروبية عند تطبيقها على المدى الطويل ، ما يلى : صفات تعداد مسبب المرض وقدرته على إحداث المرض ــ صفات تعداد الآفة ــ وجود وسيلة فعالة فى النقل ــ العوامل الطبيعية والحيوية ــ الحد الاقتصادى الحرج للإصابة بالآفة .

٣ ــ استخدام المستحضرات الميكروبية مع غيرها من طرق المكافحة

Compatibility with other methods of Control

تعتبر المستحضرات الميكروبية أكثر تحملاً للمبيدات المخلقة ، بالمقارنة بالطفيليات والمفترسات .

ويوضح استخدام المبيدات الميكروبية مع غيرها من العوامل الحيوية ، أو مع المبيدات مدى إمكانياتها الهائلة داخل نطاق المكافحة المتكاملة .

(أ) خلط المستحضرات الميكروبية مع المبيدات المخلقة

تشمل المستحضرات الميكروبية أطواراً مقاومة من مسببات المرض يمكن خلطها ببعض المحسنات والناشرات . ويجب أن تؤخذ فى الاعتبار درجة حموضة المعلق ، وأن تكون أقرب إلى التعادل . حيث إن أجسام بلّورات الفيروس ، أو البلّورات السامة للبكتيريا تتحلل فى الوسط القلوى ، أو الحامضى وقد تفقد نشاطها . وقد يرجع الفشل فى المكافحة الميكروبية بالفيروس ، أو بالبكتيريا إلى فقد قدرتها على إحداث المرض نتيجة لوجودها فى الوسط القلوى ، أو الحامضى لمعلق الرش . وقد أظهرت الأبحاث الحديثة وجود فعل مشترك مقوٍ بين المبيد ، ومسببات الأمراض البكتيرية ، حيث يؤدى مسبب المرض إلى خفض مستوى تحمل الحشرة لفعل المبيد بحيث أمكن تقليل الجرعة المستخدمة من هذا المبيد فى المخلوط ، مما يقلل من مشاكل مخلفات المبيدات ، ويحفظ العوامل الحيوية النافعة (الأعداء الحيوية والنحل) فى نفس الوقت .

(ب) ــ استخدام مسببات الأمراض مع الطفيليات والمفترسات

كقاعدة عامة .. يمكن استخدام مسببات الأمراض عند ارتفاع الكثافة العددية للآفة ، بينما تتفوق المفترسات والمتطفلات فى حالة انخفاض الكثافة العددية للعائل حيث تنجح فى تنظيم أعداده . ومن المعتاد طبيعيًّا أن يحدث الفعل المشترك بين مسببات الأمراض ، والطفيليات ، والمفترسات ، وذلك عند مكافحة حشرة ما . وبقدر تفاعل هذا التداخل البيولوجى تظهر كفاءة المسببات المرضية . ويظهر التأثير المشترك بين مسببات الأمراض ، والطفيليات ، والمفترسات بشكل فعال عند مكافحة الآفة على المدى الطويل . ومع ذلك فقد لوحظت ، عند المكافحة على المدى القصير ، زيادة فى تعداد الطفيليات والمفترسات فى المناطق المعاملة بالمستحضرات الميكروبية . وتلعب هذه الطفيليات والمفترسات دوًرا هامًّا فى المكافحة بعد ذلك . كما تؤدى الأعداء الطبيعية للآفات دورا هاما فى انتشار ، وثبات ، ونقل مسببات الأمراض . وقد يزيد وجود بعض الطفيليات داخل يرقات بعض الحشرات من حساسيتها لمسببات الأمراض ، إذ وجد أن يرقات أبى دقيق الكرنب المصابة بطفيل الأبنتيليس Apanteles ، تكون أكثر حساسية للعدوى البكتيرية عن اليرقات السليمة غير المتطفل عليها . وعلى العكس من ذلك .. فقد تسبب بعض مسببات الأمراض ، خاصة البروتوزوا ، العدوى للطفيليات ، والمفترسات التى تهاجم عوائلها ، وقد تؤدى هذه العدوى إلى خفض قدرتها التناسلية .

وحينما يهاجم كل من الطفيل ، ومسبب المرض نفس العائل تظهر بينهما المنافسة على أنسجة العائل ، وقد يؤثر الموت المبكر للعائل على أحدهما أو كليهما . ويتم نشاط الطفيل ومسبب المرض عادة بشكل متوافق ، فمن المعروف أن الطفيليات تختار العائل الخالى من الأمراض البكتيرية ،

أو الفيروسية ، أو البروتوزوا . وقد يحدث عدم توافق بينهما أحياناً ، مما يؤدى إلى خفض تعداد الآفة ، وهجرة الطفيليات إلى مناطق أخرى ، إلا أنه يمكن إدخال طفيل آخر فى هذه المنطقة يكون قادراً على أن يكيف وجوده مع الأعداد الصغيرة للآفة .

الاعتبارات الواجب مراعاتها عند إدخال مسببات الأمراض فى برامج المكافحة المتكاملة

١ ــ المعرفة التامة بالخواص الحيوية ، والبيئية ، والتاريخ الموسمى ، وسلوك الحشرة المستهدفة بغرض تحديد أصلح توقيت لاستخدام المستحضر الميكروبى للحصول على أقصى قدر من الفعالية .

٢ ــ تلزم معرفة مدى احتفاظ الكائنات الحية بصفاتها وفاعليتها فى إحداث المرض من وقت التجهيز حتى المعاملة .

٣ ــ يلزم التأكد من استمرار احتفاظ المستحضر الميكروبى بفاعليته من وقت المعاملة حتى دخوله جسم الحشرة ، بالإضافة إلى أمانه ، وتخصصه ، وسهولة استخدامه .

٤ ــ يفضل أن تجهز الكائنات الحية فى صورة جراثيم حتى تتحمل الظروف الصعبة ، وأن تضمن طريقة التوزيع وصول كمية ثابتة من الميكروب ، موزعة توزيعاً منتظماً بحيث تسبب موت الآفة المستهدفة .

٥ ــ تلزم دراسة الظروف البيئية ، ومدى تأثيرها على فاعلية ونشاط المرض .

أسباب إمكانية نجاح المكافحة الميكروبية

١ ــ إن المستحضرات الميكروبية غير ضارة بالإنسان ، أو الحيوانات الراقية حيث إن الميكروبات التى تصيب الحشرات تختلف عن تلك التى تصيب الانسان أو الحيوان ، بالإضافة إلى انخفاض أثرها الضار على النبات .

٢ ــ تمتاز بأنها ذات درجة عالية من التخصص ، ممايؤدى إلى حماية الأعداء الحيوية والحشرات النافعة .

٣ ــ يمكن خلطها مع معظم المبيدات الحديثة ، مما يزيد من فعالية المبيد لمكافحة آفة معينة ، أو أكثر بالإضافة إلى إمكانية تأثيرها التنشيطى للمبيد الكيميائى .

٤ ــ سهولة إنتاج معظم مسببات الأمراض الحشرية ، وإكثارها بتكاليف منخفضة .

٥ ــ بعض الميكروبات قابلة للتخزين لفترة طويلة دون أن تتأثر حيويتها .

٦ ــ يقلل استخدامها بالتبادل مع المبيدات من احتمال ظهور السلالات المقاومة لفعل المبيدات .

٧ ــ عدم ظهور سلالات مقاومة من الآفة ضد المرض حتى الآن .

٨ ــ إمكانية إكثار ونشر بعض الكائنات الحية فى البيئة ، واستمرار معيشتها فيها لفترة طويلة طالما أن الظروف البيئية ملائمة .

الصعوبات التى تواجه استخدام مسببات الأمراض فى برامج المكافحة المتكاملة

١ ــ تحتاج بعض الميكروبات إلى ظروف جوية خاصة حتى تحدث تأثيرها ، مثل الفطريات التى تحتاج إلى رطوبة تزيد عن٩٠٪ .

٢ ــ نظراً لتخصصها الشديد ، فهى تعطى مجالاً محدودًا فى مكافحة معظم الحشرات التى يراد مكافحتها فى وقت واحد ، بينما يكون لبعض المبيدات القدرة على القضاء على أكثر من آفة فى وقت واحد .

٣ ــ تحتاج إلى توقيت دقيق فى التطبيق يتلاءم مع فترة حضانة المرض .

٤ ــ تفقد بعض الفطريات حيويتها عند تخزينها لمدد طويلة فى بيئات جافة .

٥ ــ الصعوبة النسبية فى إنتاج بعض الميكروبات وكثرة تكاليفها ، خاصة تلك التى تتميز بالتخصص .

٦ ــ هناك فترة قد تطول بين وقت المعاملة ، وإحداث الموت . وقد يكون الضرر الحادث أثناءها كبيراً ، وذلك بالرغم من أن اليرقات المصابة تتوقف عن التغذية فى الغالب .

٧ ــ تحتاج إلى تغطية كاملة على السطح المعامل حتى يمكن ملامسة اليرقة لمسبب المرض .

٨ ــ تجب حماية المستحضرات الميكروبية من الأشعة فوق البنفسجية التى تؤدى إلى تخفيف نسبة مسبب المرض فى محلول المبيد .

٩ ــ تجب إضافة منبهات التغذية ، مثل المولاس ، وبعض المستخلصات النباتية إلى المستحضرات الميكروبية لزيادة معدل تناول مسبب المرض .

من العرض السابق .. يتضح أن المكافحة الحيوية من أهم عناصر التحكم المتكامل للآفات ، والتى تعنى مكافحة الآفة فى أكثر من ميدان ، وبأكثر من سلاح . فإذا لجأنا إلى استعمال المبيدات ، فلابد أن تستعمل بحذر ، وبطريقة تكفل للأعداء الحيوية المعيشة ، وذلك للقضاء على ما تبقى من الآفة بعد معاملتها بالمبيدات . ولا يجب أن يغيب عن البال أن هناك حشرات كثيرة تعيش فى بيئتنا لم ترق إلى مستوى الآفات بفضل الطفيليات والمفترسات .

الفصل الخامس

المخاليط والمنشطات

أولاً : مخاليط المبيدات (الفلسفة والمستقبل)
ثانياً : التنشيط (أهميته ومدلولاته)

الفصل الخامس

المخاليط والمنشطات

أولاً : مخاليط المبيدات (الفلسفة والمستقبل)

نتيجة للاستخدام المكثف للمبيدات الكيميائية ، وظهور كثير من المشاكل التى سبقت الإشارة إليها ، خاصة انخفاض فعالية وكفاءة المبيد على الآفة المستهدفة فى مجال المكافحة ، بدأت الدراسة والأبحاث فى محاولات مستمية نحو زيادة فعالية هذه الكيميائيات بالعديد من الوسائل . ولقد حظيت الدراسات الخاصة باستخدام مخاليط أو أزواج المبيدات Pesticide combinations باهتمام كبير ، وذلك بغرض مكافحة أكثر من آفة فى وقت واحد ، وزيادة التأثير السام لمكونات المخلوط ، وكذا الأثر الباق ، بالإضافة إلى إمكانية منع أو تأخير المقاومة لمكونات المخلوط أو أحدهما ، علاوة على توفير تكاليف ووقت المكافحة ، ففى بعض الأحيان يكون الوقت المتاح لإجراء رشتين متتابعتين محدوداً جدًا (كما فى حالة سقوط الأمطار) ، ومن ثم يمكن الرش مرة واحدة باستخدام مخلوط المادتين ، بدلًا من رش كل مادة على حدة .

وتعتمد فكرة استعمال مخاليط المبيدات على استخدام مخلوط مبيدين من مجموعات مختلفة يبطىء من ظهور السلالة المقاومة للمبيد ، حيث أشار Crow عام ١٩٥٢ إلى أن وصول السلالة لدرجة مقاومة تصل إلى (٢٦,٧ مثل) فى عشرة أجيال عند الانتخاب بأى من المبيدين . وعند استعمال مخلوط من المبيدين نجد أن درجة المقاومة تصل إلى (١٧,٦ مثل) فقط للمبيدين . ومعنى ذلك أن مخاليط المبيدات تبطىء من سرعة ظهور المقاومة . وقد يرجع ذلك إلى أن أفراد العشيرة التى تحمل جينات المقاومة للمبيدين تكون أقل من تلك التى تحمل أحدهما . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار احتمال زيادة سمية المخلوط على الثدييات ، بالمقارنة بمكوناته ، ولا يكتفى بتحقيق هدف زيادة الفاعلية ضد الآفات المستهدفة .

ومن الأمثلة الناجحة لاستخدام مخلوط من مبيدين هى استخدام مخلوط من الجامكسان والـ د.د.ت فى مكافحة الذباب المنزلى والأندرين/بدرين (٢٠/٢٠) بمعدل ١,٥ لتر لمكافحة آفات بادرات

القطن ، وذلك منذ عدة سنوات ، وقد قام منصور وآخرون عام ١٩٦٦ بدراسة تأثير بعض مخاليط المبيدات ضد دودة ورق القطن ، ووجد أنه تم تقوية مبيد الباراثيون الفوسفورى والداى سلفوتون ، بينما يثبط عند خلطه مع الأزينوفوس ميثيل ، والداى كلورفوس ، والأزينوفوس إيثيل ، كما أضاف أن مبيد السيفين الكارباماتى تم تقويته مع جميع المبيدات الفوسفورية العضوية المختبرة ، كما أشار عواد عام ١٩٧٤ أن مبيد الميتاسيل له تأثير إضافى مع السيولين ، والميثيل باراثيون ضد دودة ورق القطن ، بينما قوى مبيد التمارون جميع المبيدات الفوسفورية العضوية والكارباماتية المختبرة . وقد لاحظ عبد المجيد وآخرون عام ١٩٨١ أن جميع الخلائط المختبرة ضد يرقات العمر الرابع للدودة القارضة كانت ذات فعل مقو . وكانت أفضل نسب الخلط ت ق$_{١٠}$: ت ق$_{٣٠}$ لمخلوط الأندرين/ السترولين . وكان لجميع الخلائط المختبرة تأثير مقو على إناث العنكبوت الأحمر ، ما عدا مخلوط الدايمثويت/ سترولين ، حيث كان ذا تأثير تثبيطى (أدت عملية الخلط إلى خفض السمية) . والجداول (٥ــ١ ، ٥ــ٢) توضح ذلك

جدول (٥ – ١) : الفعل المشترك لبعض مخاليط المبيدات ضد يرقات الدودة القارضة .

نسبة الخلط	معامل السمية المشتركة		
(تركيز قاتل)	أندرين/سترولين	أندرين/دايمثويت	دايمثويت/سترولين
٤٥ : ٥	٧٠	٩٤	٨٦
١٠ : ٤٠	٥٤	٨٦	٩٤
١٥ : ٣٥	٣٤	٨٠	٨٦
٢٠ : ٣٠	٤٠	٦٦	٧٤
٢٥ : ٢٥	٤٦	٤٦	٦٦
٣٠ : ٢٠	٦٠	٤٠	٦٦
٣٥ : ١٥	٧٤	٥٤	٦٦
٤٠ : ١٠	٦٦	٤٦	٦٠
٤٥ : ٥	٦٠	٢٠	٥٤

جدول (٥ - ٢) : الفعل المشترك لبعض مخاليط المبيدات ضد إناث العنكبوت الأحمر .

نسبة الخلط	معامـل السميـة المشتركـة		
(تركيز قاتل)	أندرين/ سترولين	أندرين/ دايمثويت	دايمثويت/ سترولين
٤٥ : ٥	٩٤	٤٦	— ٤٦
١٠ : ٤٠	٨٦	٦٦	— ٦٦
١٥ : ٣٥	٧٤	٤٦	— ٧٤
٢٠ : ٣٠	٨٠	٢٠	— ٤٦
٢٥ : ٢٥	٨٦	٤٦	— ٦
٣٠ : ٢٠	٩٤	٦٦	— ٢٠
٣٥ : ١٥	٧٤	٧٤	— ٣٤
٤٠ : ١٠	٨٠	٨٦	— ٣٤
٤٥ : ٥	٨٠	٨٠	— ٤٠

وبداية من عام ١٩٧٥ بزغ فجر اتجاه جديد تمثل فى استخدام مخاليط من المبيدات الفوسفورية مع منظمات النمو الحشرية لمكافحة آفات القطن ، خاصة دودة ورق القطن وديدان اللوز . ومن فلسفة الدور الذى يلعبه هذا المخلوط أن منظم النمو الحشرى داخل المخلوط يتميز بفعله السام البطىء ، مما يزيد من الأثر الباق للمخلوط ، بالإضافة إلى الفعل الإبادى الفورى العالى للمبيد الحشرى ، وبالتالى نحصل على مخلوط ذى إبادة فورية عالية ، وأثر باق طويل . وقد ظهر فى مجال التطبيق الحقلى عديد من المخاليط ، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر مخلوط الدورسبان مع الديميلين (DC 702) ، ومخلوط الدورسبان مع الداوكو (الميرلين) ، ومخلوط التمارون مع أحد عائلة الديميلينات تحت اسم « تمارون كومبى » ، ثم البولستار كومبى ، ثم مخاليط اللانيت مع الديميلين تحت أسماء ديزا أو دينيت .

ويرى المؤلفان أن طريقة التقييم الحيوى لهذه المخاليط تعطيها ميزة نسبية تفوق المبيدات المنفردة ، حيث يتم التقييم فى دورات ، كل دورة خمسة أيام (كما ذكر فى فصل التقييم الحيوى) . ويتم تعريض اليرقات فى كل دورة لغذاء معامل لمدة يومين ، ثم غذاء غير معامل لمدة ثلاثة أيام ، أى أن الميزة النسبية هنا تنحصر فى طول فترة التعريض (خمسة أيام) ، وكذا طول فترة التعريض على غذاء معامل داخل كل دورة (لمدة يومين) . ونحن نرى إعادة النظر فى طريقة التقييم ، حتى يمكن الحكم بدقة على كفاءة هذه المخاليط .

ومن الضرورى توافر بيانات تتعلق بالتوافق بين هذه المخاليط واحتمالات التداخل الطبيعى أو الكيميائى بين مكونات المخاليط ، كما يلزم توافر جميع الدراسات المتعلقة بالسمية على الإنسان ، والحيوان ، والطيور ، والأسماك وغيرها من الكائنات النافعة ، وكذا توافر تأثير الدراسات عن تأثيرات هذه المخاليط على مكونات البيئة .

ويرى البعض عدم سمية منظمات النمو الحشرية استناداً إلى قيمة الجرعة النصفية ج ق .ه ، وصعوبة تحديدها فى بعض الأحيان ، ولكن للمؤلفين وجهة نظر قاطعة تتمثل فى أنه لا تجب التفرقة بين مادة كيميائية وأخرى من حيث البيانات المطلوبة للتجريب والتسجيل ، خاصة ما يتعلق بالسمية البيئية . ومع بداية عام ١٩٨٧ ظهرت بوادر مشجعة للغاية ، حيث أخذت اللجان المختصة بالتوصيات ومكافحة الآفات بالكيميائيات فى وضع الأسس والقواعد المحددة لاستخدام المخاليط ، مع تحديد مجالات استخدامها ، إلا عند الضرورة القصوى .

وفى عام ١٩٦١ نشر الباحث K.P.Dubois بجامعة ألينوى شيكاجو بأمريكا مقالة عن علاقة الخلط بتقوية أو تقليل سمية المبيدات الفوسفورية على إناث فئران التجارب . ولقد ثبت حدوث زيادة فى السمية عند خلط الملاثيون والـ EPN ، وكذلك مع الدبتركس + الملاثيون ، الدبتركس + الجوثيون والكورال + الملاثيون ، كما اتضح من النسبة بين ج ق .ه المتوقعة إلى ج ق .ه المتحصل عليها ، كما فى الجدول (٥ــ٣) .

جدول (٥ - ٣) : العلاقة بين الجرعات النصفية القاتلة المتوقعة والتجريبية .

المخاليط ومكوناتها	الجرعة النصفية القاتلة ج ق .ه مليجرام/كجم المتوقعة	الجرعة النصفية القاتلة ج ق .ه مليجرام/كجم التجريبية	النسبة بين ج ق .ه المتوقعة والتجريبية
ملاثيون ٩٩٪ + EPN ١٪	٤٠٣,٦	٢٣٠	١,٨
دبتركس ١٦,٧٪ + ملاثيون ٨٣,٣٪	٤٨٠,٠	٢٢٠	٢,٢
دبتركس ٩٦,٥٪ + جوثيون ٣,٥٪	٨٢,٨	٥٥	١,٥
كورال ١٢,١٪ + ملاثيون ٨٧,٩٪	٤٥٥,٠	١٩٠	٢,٤

يتضح من هذا الجدول أن جميع المخاليط أعطت نسبة ج ق .ه المتوقعة/ ج ق .ه التجريبية أكثر من واحد صحيح ، وهذا معناه حدوث زيادة فى سمية هذه المخاليط على الفئران ، بغض النظر عن كفاءتها على الآفات المستهدفة .

وليس هذا هو الوضع دائماً ، فقد يؤدى الخلط إلى نقص فى سمية المخلوط التجريبية عما هو متوقع ، فقد عوملت إناث الفئران بنصف الجرعة ج ق.ه بالمركبين للمخلوط بالتتابع ، وأعطت جميع المخاليط نسبة موت أقل من ٥٠٪ كما هو متوقع .. كما يتضح من الجدول (٥ــ٤) .

جدول (٥ – ٤) : التأثير السام لمخاليط أزواج المبيدات ضد إناث الفئران .

المبيـد الأول	المبيـد الثانـى	النسبة المئوية
باراثيون	ملاثيون	١٠
باراثيون	جوثيون	١٠
دبتركس	أى بى إن	٣٠
دبتركس	سيستوكس	١٠
ملاثيون	جوثيون	١٠
سيستوكس	جوثيون	٥
كورال	دبتركس	٣٠
كورال	ميثيل باراثيون	٣٠
كورال	فوزدرين	٣٠
كورال	تيترام	٢٥
دايسيستون	تيترام	٢٥
دايسيستون	جوثيون	١٥

وفى السنوات الأخيرة ، وكنتيجة مباشرة لتأخير زراعة القطن حتى شهرى أبريل ــ مايو ، ومحاولة تعويض التأخير فى النمو الخضرى ، لجأ الزراع إلى التوسع العشوائى فى استخدام الأسمدة الورقية المحتوية على العناصر الضرورية والنادرة ، ونشأ موقف تداخل ميعاد رش هذه الأسمدة مع ميعاد الرش الدورى بالمبيدات الحشرية لمكافحة دودة ورق القطن ، ووقاية النباتات من الإصابة بديدان اللوز . وتوفيراً للوقت والتكاليف كان استخدام مخاليط المبيدات مع الأسمدة الورقية هو الحل الأمثل لتحقيق الهدفين معاً (تعويض النمو ومكافحة الآفات) . ومن المؤسف أن الخلط حدث عشوائيًا دون تقنين قابلية الخلط بين هذه المكونات من جهة ، والآثار الجانبية الضارة على النباتات المعاملة من جهة أخرى . وعلاوة على ذلك .. يمكن القول إن كفاءة هذه المخاليط ضد الآفات المستهدفة لم تقيم فى ذلك الوقت . وهذا الوضع الغريب أدى إلى حدوث كوارث ، نتيجة لعدم التوافق ، مما أدى إلى نقص معنوى فى إنتاجية القطن فى بعض محافظات مصر . ولقد اتخذت اللجان

المعنية بمكافحة الآفات قراراً تاريخيًا بعدم استخدام هذه المخاليط قبل الانتهاء من التقنين العلمى السليم لجدواها من جميع النواحى .

ولقد اختلفت نتائج الدراسات فى مجال كفاءة المخاليط مع الأسمدة الورقية على الآفات المختلفة ، فقد ذكر زكريا وآخرون عام ١٩٨٤ حدوث تنشيط لفعالية المبيدات عند خلطها بالأسمدة الورقية ، بينما وجد زيدان والحماق عام ١٩٨٣ حدوث نقص فى كفاءة المبيد المتخصص ضد الآفة المستهدفة عند خلطها بالأسمدة الورقية ، وظهر ذلك فى الكفاءة الفورية ، وفى الأثر الباق .. وتأكدت هذه الظاهرة بعد الخلط مباشرة مع الأسمدة المركبة ، ومع العناصر الغذائية المنفردة .. كما يتضح من جدول (٥ــ٥) . ضد حوريات المنّ .

جدول (٥ – ٥) : أثر خلط الملاثيون بالعناصر الغذائية ضد حوريات المنّ

المخلوط	التركيز النصفى القاتل ت ق . ٥ جزءاً فى المليون	دليل السمية	الأثر الباق خلال ١٥ يوماً (٪ موت)
ملاثيون فقط	٢٢٠	١٠٠,٠٠	٥٧,٥
ملاثيون + حديد	٣٠٠	٧٣,٣٣	٤٧,٥
ملاثيون + نحاس	٢٦٠	٨٤,٦٢	٥١,٦٨
ملاثيون + منجنيز	٢٨٠	٧٨,٥٧	٤٧,٥
ملاثيون + زنك	٣٢٠	٦٨,٧٥	٤٥,٨
ملاثيون + مخلوط العناصر	٣١٠	٧٠,٩٦	٤٧,٥

وجدول (٥ــ٦) . يوضح التأثير البيولوجى الفورى والباق لمخاليط السوميسيدين (أحد البيرثرينات المصنعة ، واللورسبان (الفوسفورى) مع الأسمدة الورقية المعقدة ضد دودة ورق القطن ، والتى ثبت منها حدوث تأثير معاكس فى مجال مكافحة هذه الآفة ، علاوة على الآثار الجانبية الضارة على نباتات القطن .

وعموماً .. يمكن القول إن استخدام مخاليط المبيدات لا يحل مشكلة المقاومة ، وإنما يؤخر من ظهورها قليلاً ، وفى نفس الوقت يزيد المشكلة تعقيداً ، حيث تتكون مقاومة لأكثر من مبيد . ومن المفضل عدم التسرع فى استعمال مخاليط المبيدات ، تفاديًا لظهور سلالة مقاومة لمبيدات من مجموعتين . وحفاظاً على مجموعة البيرثرويدات المخلقة يوصى بعدم خلطها بأى مبيد آخر أو منظم للنمو . وتجدر الإشارة إلى أن الخلط بين مبيدين من قبيل الاستثناء وليس قاعدة نلجأ إليه بداع وبدون داع . ويجب عند الضرورة خلط المركبات ذات الارتباط السالب ، بحيث نحصل على تأثير

جدول (٥ – ٦) : التأثير الابادى لخاليط السوميسيدين والأسمدة الورقية ضد دودة ورق القطن .

المخاليط	التركيز القاتل النصفى ت ق . ٥ جزءاً فى المليون	دليل السمية	نصف فترة الحياة (يوم)
سوميسيدين فقط	٣,٥١	١٠٠,٠	١٧,٥
سوميسيدين + بايفولان	٥,٢٤	٦٦,٩	١٥,٢
سوميسيدين + استيميفول	٥,١١	٦٨,٨	١٦,٠
سوميسيدين + فوكسال	٤,١٣	٨٥,٠	١٥,٠
سوميسيدين + إيرال	٤,٦٥	٧٥,٥	١٤,٠
دورسبان فقط	٥,٨٨	١٠٠,٠	١٥,٠
دورسبان + بايفولان	١٠,٧٣	٥٤,٨	١٣,٠
دورسبان + استيميفولال	٩,٣٤	٦٣,٠	١٢,٥
دورسبان + فوكسال	٩,٨٢	٦٠,٠	١٢,٠
دورسبان + إيرال	٥,٩٠	٩٥,٧	١١,٥

تنشيطى ضد الآفات المستهدفة دون أية أضرار جانبية على النباتات والنباتات المعاملة بوجه خاص ، مع الأخذ فى الأعتبار ما يحدث من تغير فى السمية على الثدييات ، كما يجب أن يكون للخليط قيمة اقتصادية تتمثل فى تقليل تركيزات المبيدات المنفردة .

ثانياً : التنشيط (أهميته ومدلولاته)

١ ــ المدلولات العلمية

التنشيط Synergism ، أو ما يطلق عليه الإضافة الذاتية للسمية لمخلوط من مركبين يعتبر نوعا من الفعل المشترك ، وهو عكس التضاد Antagonism ، والذى يعنى أن نشاط المخلوط أقل من أكثر مكوناته سمية . ومن الضرورى ألا يكون للمنشط أى تأثير سام إذا عومل بمفرده فى حدود الجرعة المستخدمة فى المخلوط . وللمنشطات أهمية بالغة فى المجال التطبيقى تتلخص فيمايلى :

(أ) تزيد من كفاءة واقتصاديات عملية المكافحة ، حيث تخلط البيرثرويدات المرتفعة الثمن من المنشطات .

(ب) تزيد من مدى نشاط المبيدات الحشرية ، مثل استخدام السيفين مخلوط مع البيرونيل تيوكسيد وغيره من المنشطات لمكافحة قمل الجسم والذباب المنزلى .

(جـ) تعمل على تجديد نشاط المبيد ضد السلالة الحشرية المقاومة له ، مثل استخدام DMC ، WARF كمنشطات لل د.د.ت ضد سلالات الذباب المنزلى المقاومة لفعله ، أى أن استخدام المنشطات يقلل من ظهور وتطور مقاومة الآفة لفعل المبيد .

قياس الفعل التنشيطى

هناك العديد من الاصطلاحات للتعبير عن فعل مخاليط المبيدات ، أو المواد الكيميائية ذات التأثير المنشط ، أهمها :

(أ) التقوية Potentiation

يستخدم للتعبير عن الفعل الناتج من خلط مكونات كيميائية لكل منها تأثيره الخاص « مثل خلط مبيدين معاً » . وتكون درجة الاستجابة فى حالة المخلوط أكثر من مجموع درجة استجابة نفس التركيز المستعمل فى كل من المادتين على حدة . وعند التعبير عن زيادة مستوى الاستجابة باصطلاح التقوية تلزم معرفة أى من مواد المخلوط ترجع إليه زيادة درجة الاستجابة . ويطلق عليه فى هذه الحالة المقوى Potentiator .

(ب) التنشيط Synergism

يستخدم هذا التعبير فى الحالات التى يكون فيها أحد مكونات المخلوط غير سام لو استعمل بمفرده بالكمية المستخدمة فى المخلوط ، ولكنه يستطيع إظهار زيادة فى التأثير إذا استخدم مع مركب آخر . ومن المهم الإشارة إلى أنه يمكن إطلاق اصطلاح Synergism فى حالة خلط مبيدين معاً ، وذلك إذا كانت سمية المخلوط من المبيدين أكثر من مجموع سمية نفس التركيز المستعمل فى كل من المبيدين على حدة ، ولو أن اصطلاح التقوية Potentiation أكثر تحديداً ، خاصة إذا أمكن معرفة أى من المواد المخلوط هو المسبب لزيادة النشاط .

(جـ) التضاد Antagonsim

إذا استخدم مركبان من المركبات الفعالة فى معاملة الحشرة على صورة مخلوط ، فإن انخفاض النشاط الفعال لدرجة أقل من أكثر المركبات فاعلية يدل على التأثير المضاد للفعل السام Antagonism ، أو ما يطلق عليه التنشيط السلبى Negative Synergism .

(د) نسبة التنشيط Synergistic ratio (SR)

يمكن تقدير نسبة التنشيط وفقاً للمعادلة الآتية

$$SR = \frac{LD_{50}\ \text{للمبيد منفرداً}}{LD_{50}\ \text{للمبيد مع المنشط}}$$

وتعطى هذه النسبة مقياساً دقيقاً لمعدل هدم المبيد . ويطلق عليها أيضاً درجة التنشيط Degree of Synergism ، أو القوة التنشيطية Synergistic activity ، أو التأثير التنشيطى Synergistic effect ، أو معامل السمية المشتركة Co-toxicity Coefficient .

(هـ) أنواع الفعل المشترك Types of joint action

تتميز المركبات ذات طريقة التأثير الواحدة بتوازى خطوط انحدارها . ويمكن إحلال هذه المركبات بالآخر فى المخلوط ، كما يمكن التنبؤ بسمية المخلوط إذا كانت نسبة تركيز المكونات ذات التأثير المتشابه معروفة . أما إذا كانت مكونات المخلوط تؤثر على نظم كيميائية مختلفة ، فإن خطوط إنحدارها تختلف فى درجة ميلها . وقد أظهر Bliss أربعة أنواع مختلفة من الفعل المشترك السام ، وهى:

١ ـــ التأثير المتشابه Similar action : حيث تعمل مكونات المخلوط مستقلة Independently ، ولكنها تتشابه فى فعلها .

٢ ـــ التأثير المستقل Independent action : حيث تكون مكونات المخلوط مختلفة ، كما أن لكل منها تأثيراً مستقلاً .

٣ ـــ التأثير التنشيطى Synergistic zction : حيث تكون سمية المخلوط أكبر من مجموع مكوناته منفردة .

٤ ـــ التأثير التضادى Antagonistic action : حيث يقلل أحد مكونات المخلوط نشاط المكون الآخر ، بحيث يكون الفعل السام الناتج أقل من أكثر المركبات فاعلية .

٢ ـــ طريقة فعل المنشطات Mode of action of Synergists

تعتبر عملية التنشيط ضمن الظواهر المعقدة ، والتى تحكمها مجموعة من الاعتبارات ، مثل : نوع الحشرة ـــ نوع المبيد ـــ نوع مادة التنشيط . وقد حاولت الدراسات المبكرة الربط بين الفعل التنشيطى وبعض الظواهر الأخرى ، مثل : ثبات حجم قطرات الأيروسول ، ومعدل الخفض فى الصدمة القاتلة ، وتنبيه نشاط الطيران ، ومنع هدم المادة السامة ، وزيادة تخلل المبيد داخل جسم الحشرة ، وتكوين المعقد الجزيئى بين المبيد والمنشط ، إلا أن الدراسات الحديثة أوضحت أن التنشيط يظهر كنتيجة لتداخل المنشط مع تمثيل المبيد الحشرى الفاقد للسمية . وهناك بعض الآراء التى تشير إلى أن الفعل الرئيسى للمنشطات يعتمد على قدرة المنشط فى تثبيط النظم الإنزيمية المسئولة عن تمثيل المواد السامة وإزالة سميتها ، أو يرجع إلى شغل المادة المنشطة لمواضع فقد المبيد وامتصاصه فى الأنسجة الحية . وفى هذه الحالة تزيد الكمية الفعالة من المادة السامة داخل الكائن الحى المعامل وتكون المحصلة فعلاً تنشيطيا . وعلى العكس من ذلك .. إذا كان تمثيل المبيد يؤدى إلى زيادة فعله السام ، فإن تثبيط النظم الإنزيمية المسئولة عن تمثيل المبيد قد يقلل من الكمية الفعالة للسم ، وتكون المحصلة فعلاً تضاديًا ، أى أن درجة التنشيط والتضاد هى المحصلة النهائية لجميع عمليات التمثيل

الحيوى لجزىء المبيد ، أو قد يرجع إلى فعل بيوكيميائى داخل جسم الحشرة ، أو إلى إيقاف عمليات الأكسدة البيولوجية .

وقد أظهرت الدراسة التى قام بها Lindquist وآخرون عام ١٩٤٧ أن رش الذباب المنزلى بمادة البيرونيل سيكلونين Piperonyl cyclonene ، أو السيسامين Sesamin ، أو N-isobutyl undecylene amide بعد ساعة واحدة من المعاملة بالبيرثرينات لم يكن ذا تأثير يذكر . وعند تعريض الذباب المنزلى لمتبقيات هذه المنشطات ، مثل : البيرونيل بيوتوكسيد Piperonyl butoxide ، والسيكلونين Cyclonene ، والسيسامين Sesamin ، والإيثيل بيرونيلات Ethy piperonylate ، ون ــ بروبيل أيسوم N-propyl isome ، و N-isobutyl undecylene amide بمعدل ٤٠ ملليجرام/ قدم مربع ، يليها التعرض لمتبقيات البيرثرينات بعد ٢٤ ساعة من معاملة المنشطات بمعدل ٠,٥ ملليجرام/ قدم مربع زادت ·لات الصدمة القاتلة والوفاة بدرجة ملحوظة .

ورغم اختلاف مكان معاملة كل من المنشط والبيرثرينات ضد الذبابة المنزلية ، إلا أن المحصلة النهائية لمعدلات الصدمة القاتلة والوفاة تعادل تقريباً ما يمكن الحصول عليه عند إجراء معاملة واحدة لكل من المادتين على منطقة معينة ، حيث لوحظ أن مستوى الفعل الناتج عن معاملة المنشط البيرونيل بيوتكسيد على منطقة البطن ، والبيرثرينات على أجزاء الفم يتساوى مع إضافة كل من المنشط والمبيد على أى من منطقة البطن أو أجزاء الفم .

٢ـــ١ طريقة فعل منشطات البيرثرويدات Mode of action of pyrethroid synergists

أظهرت الدراسات أن مركبات البيرثرويدات سريعة التمثيل فى الذباب المنزلى . ويعنى التمثيل فى البيرثرويدات فقد السمية . وعملية فقد السمية هى أساساً عملية تحلل مائى ، والتى يمكن إيقافها بإضافة المنشط البيرونيل بيوتكسيد إلى البيرثرينات . وعلى العكس من ذلك .. فقد لوحظ انخفاض مستوى التنشيط عند إضافة البيرونيل بيوتكسيد إلى الإليثرينات ، مما يوحى بأن الإنزيمات الهادمة للإليثرينات تختلف عن تلك الهادمة للبيرثرينات . وقد قام كل من kearns & Chang بمقارنة تمثيل البيرثرين (I) والسينيرين (I) فى حشرة الذباب المنزلى . وأظهرت الدراسة أن أكثر من ٩٦٪ من الجرعة الممتصة يتم هدمها بعد ٤ ساعات ، ولوحظ أن معدل هدم السينيرين (I) كان أسرع ثلاث مرات من البيرثرين (I) . وكان ناتج الهدم وجود خمسة ممثلات Metabolites غير سامة ، ثلاثة منهم ذات روابط إسترية ، بالإضافة إلى حمض الكرايزانثميك الناتج بفعل التحلل المائى ، والذى بلغت نسبته حوالى ٢,٦٪ من الجرعة الممتصة ، مما يدل على أن التحلل المائى ليس هو النظام المسئول عن الهدم وفقد السمية . وعند معاملة البيرثرويدات مع ١٠ أجزاء من السيسامكس تصل نسبة الامتصاص بعد ٤ ساعات إلى حوالى ٣٢ ــ ٤٣٪ فى البيرثرين (I) و٣٦ ــ ٤٩٪ مع السينيرين (I) . ولم تظهر إلا آثار من الممثل I وحمض الكريزانثميك ، مما يوحى بأن التنشيط بفعل السيسامكس إنما يرجع إلى قدرة المنشط على تثبيط النظام الهادم للسمية .

(أ) موقع النظام الهادم (الفاقد للسمية) Site of detoxication

أدى انخفاض معدلات تنشيط الإليثرينات بالمقارنة بالبيرثرينات إلى الاعتقاد بأن موقع النظام الهادم فى البيرثرينات والسينرينات إنما ينحصر فى السلسلة الجانبية الأليفاتية غير المشبعة بجزىء الكحول .

وقد أظهرت الدراسات الحديثة الموضحة (جدول ٥ ـ٧) بالجدول أن البيرثرين (I) الذى يحوى رابطة (C=C) زوجية فى السلسلة الجانبية يتم هدمه بمعدل أقل من السينيرين (I) الذى يحوى رابطة (C=C) فردية ، ومع ذلك .. فإن البيرثرين (I) ، والسينيرين (I) لهما معدل تنشيط أكثر من الإليثرين وغيره من البيرثرويدات المختلفة القريبة منه ، والتى تختلف فى طبيعة سلسلة الكحول الجانبية . وقد لوحظ أن إسترات حمض البيرثريك للبيرثرين (II) (معدل التنشيط ٨,٨) ، والسينيرين (II) (معدل التنشيط ٢٢,١) لها قيم أو معدلات تنشيط أقل من النصف بالمقارنة بإسترات حمض الكريزانثميك . وقد أدى إلى الاعتقاد بأن فقد السمية يتأثر بالجزء الحامضى .

جدول (٥ - ٧) : درجة السمية والتنشيط للبيرثريودات فى سلالة الذباب المنزلى الحساس .

ر ك = ر ك يد٢ ك / أ = ك ـــ يد٢ ك > يد ك أ أ يد ك < ك يد ك يد = ك(ك يد٣)٢ / ك(ك يد٣)٢	الجرعةالقمية النصفية القاتلة للذباب المنزلى ميكروجرام/أنثى ذبابة	نسبة التنشيط ١ : ١٠
ر = ـــ ك يد٢ ك يد = ك يد = ك يد٢	,٥٥	١٦,١
ـــ ك يد٢ ك يد = ك يد ك يد٣	٢,١٧	٦٠,٢
ـــ ك يد ك يد = ك يد٢	,٣٧	٢,٢
ـــ ك يد٢ ك يد = ك يد ك يد٣	,٦٩	٤,٨
ـــ سيكلوبنتايل	,٨٧	٦,٧
ـــ ك٦ يد٥	٢,٩٦	٣,ـــ
ـــ ك يد٢ ك٦ يد٥	١,٢٠	٥,٢

(ب) علاقة التركيب بمستوى التنشيط Relaion of structure to Synergism

يعتبر مركب N-isobutyl undecylene amide من أول المنشطات الهامة التى استخدمت مخلوطة مع البيرثرينات بمعدل ١٠ أمثال تركيز البيرثرينات فى صورة مسحوق لمكافحة القمل . وقد نشط هذا المركب فعل البيرثرينات بمعدل ١٠٠ مرة . وأظهرت الدراسة على الفعل التنشيطى لمركب زيت السيسام Sesame oil أن معدل النشاط يعتمد على مجاميع 3,4-methylene dioxy phenyl فى الجزىء . ولم تعط الدراسات صورة واضحة للعلاقة بين التركيب الكيميائى للمركب ومستوى تنشيطه ، وذلك للأسباب الآتية :

١ — استخدام مخلوط معقد من البيرثرينات والإليثرينات ، حيث يقوم المنشط بتنشيط كل منها بدرجات متفاوتة .

٢ — استخدام طريقة المعاملة بالرش لم تسمح بمعاملة جرعة ثابتة لكل حشرة . وقد يختلف ذلك باختلاف مستوى تنبيه نشاط الطيران .

٣ — لم تكن طريقة الاختبار المستخدمة كافية لتقدير نسبة التنشيط .

وقد أظهرت الدراسات التى أجراها Beroza & Barthel عام ١٩٥٧ على أكثر من ٢٠٠ منشط بيرثرينى من نوع Methylene dioxy-1-substituted benzenes أن معظم الفعل التنشيطى يحدث مع ألكيل ، أو الإستر ، أو الإيثير ، أو الأميد ، أو السلفون ، أو السلفوكسيد ، أو الأسيتال ، أو مخلوط منها ، بينما تكون المجاميع الإحلالية القطبية ، مثل : حمض الكربوكسليك ، والهيدروكسيل أمين ، والكاربامات ، والهاليد أقل نشاطاً .

وقد أشار بعض الباحثين إلى أن السلسلة الجانبية لجزىء Methylene dioxy phenyl هامة جدًّا لتسهيل نفاذية وتوزيع المنشط فى الوسط الحيوى Biophase ، حتى يصل إلى مكان التأثير . وكلما كانت السلسلة الجانبية ذات درجة ذوبان عالية فى الدهون ، زادت قدرة المنشط على التداخل مع الإنزيم الهادم الفاقد للسمية .

(جـ) التخصص وفقد السمية Selective and detoxication

من المحتمل ارتباط تخصص البيرثرينات بسرعتها فى الهدم . وبمقارنة قيمة LD_{50} القمية لذكور وإناث الذباب المنزلى عند المعاملة بالبيرثرينات والسينيرينات النقية لوحظ أن الذكور أكثر حساسية من الإناث بمعدل الضعف ، ويظهر ذلك أيضاً فى مركبات الكاربامات . وقد يرتبط ذلك نسبيا بمستوى إنزيم الفينوليز Phenolase فى كلا الجنسين .

طريقة فعل منشطات الكاربامات Mode of action of carbamate synergists

تشمل مجموعة مركبات الكاربامات إسترات N,N-dimethyl carbamyl, N-methyl ، وهى تختلف فيما بينها كثيراً فى الفينولات ، و Heterocyclic ends والأوكسيمز Oximes . وتهدم هذه المركبات إلى

مكونات أقل سمية فى الذباب المنزلى ، مما أدى إلى إجراء دراسات مستفيضة عن مدى تنشيطها . وقد أظهرت الدراسات أن التعديلات الطفيفة فى عطرية الحلقات ، أو فى مواقع الإحلال ، أو فى السلاسل الجانبية على الحلقات (من سلسلة متفرعة إلى سلسلة جانبية مستقيمة) ، أو فى مستوى تشبع السلاسل الجانبية كلها تؤدى إلى إظهار درجات متباينة فى نسبة التنشيط .

وقد أوضحت النتائج أن منشطات البيرثرينات ، مثل : البيرونيل بيوتكسيد ، ون ــ برويل أيسوم ، والسلفوكسيد تعمل على زيادة مستوى سمية عديد من مركبات الكاربامات ضد الذباب المنزلى ، والصرصور الألمانى ، ومنّ الفول . ويؤدى خلط ٥٠ جزءاً من البيرونيل بيوتكسيد مع جزء واحد من الكارباريل إلى تحريك خط السمية للذباب المنزلى إلى ٥٠ ضعفاً جهة اليسار . وقد وجد أن السيسامكس يزيد من نشاط الكارباريل ضد السلالة الحساسة للذباب المنزلى ، وكذا السلالات المقاومة للـ د.د.ت . والباراثيون ، وبنسبة أقل من ١٠ مبيد : ١ منشط .

أهم الإنزيمات الهادمة للكاربامات هى : Mixed function oxidases ، و Tyrosine و phenolase ويتم تثبيط إنزيم phenolase بفعل المنشط من نوع Methylene dioxy phenyl . وتوضح العلاقة بين التركيب والنشاط أن أفضل نتائج تثبيط الإنزيمات الهادمة يتم التوصل إليها عند تفاعل حلقة Methylene dioxy مع الجانب النشط لبروتين الإنزيم ، ويعقبه هجوم أيون Benzodioxolium (المحب للإلكترون) على المجموعة المحبة للنواة فى الإنزيم ، وبذلك يتم تثبيط إنزيم Phenolase ، وبالتالى يصبح غير قادر على تكوين معقد مخلبى مع أيون Percupryl (Cuo+. oCu+) الذى يساعد دائماً فى إتمام تفاعل الهيدروكسلة . ويحدث أقصى ارتباط (أقصى مستوى لتثبيط الإنزيم) حينما توجد نقطتان نموذجيتان للاتصال بالمثبط .

وتعتمد نسبة التنشيط أساساً على التأثير التثبيطى الداخلى Intrinsic inhibitory effect ، على الإنزيم الهادم ، وكذا القدرة على النفاذ إلى مكان التأثير . وتزداد نسبة التنشيط مع الكمية النسبية للمنشط ، والتى تصل إلى أقصاها عندما تبطل تماماً النظام الهادم للسمية .

(أ) موقع الهدم فى مركبات الكاربامات Site of detoxication of carbamates

أظهرت الدراسات أن تمثيل السيفين (الكارباريل) فى الحشرات وكبد الفئران يرجع إلى حدوث عملية هيدروكسلة لمجموعة N-methyl فى المواقع ــ ٤ ، ــ ٥ ، و٥,٦ لحلقات النفثالين . وقد اقترح البعض إمكانية تأخير الهدم (الهيدروكسلة) بتخليق مركبات فلورينية متخصصة ، حيث وجد أن 5-F Carbaryl أكثر سمية من الكارباريل ، بينما كان 4-F-Carbaryl أقل سمية ، مما يوحى بأن الموقع (ــ٥) هو أكثر المواقع تعرضاً للهجوم .

(ب) العلاقة بين التركيب ومستوى التنشيط Relation of structure to Synergism

تظهر منشطات البيرثرينات Methylene dioxy phenyl (1,3-benzodioxole) فعلاً تنشيطيًّا لمركبات

الكاربامات . وقد أظهرت التجارب أهمية تركيب الميثلين ديوكسى فنيل فى تنشيط الكارباريل . وتلعب طبيعة السلسلة الجانبية دوراً هامًّا فى تحديد مستوى نسبة التنشيط ، وتتراوح بين ١٢ للأيدروجين إلى ٩٠ لمجموعة (ك يد$_{٣}$) ، ثم تنخفض إلى ١٨ مع مجموعة (ك$_{١٠}$ يد$_{٢١}$) . ويزداد التنشيط إلى ١٢٨ مع أسترة المجموعة الكحولية لتكوين البنزوات .

ويتفاوت الفعل التنشيطى تبعاً لطبيعة تركيب الموقع (ـ٥) ، حيث تصل نسبة التنشيط إلى ٣٠ إذا كان (كل) ، و٣٢ فى حالة (ك يد$_{٣}$) ، و٨٢ مع (ك يد$_{٣}$) ، و٩٠ إذا كانت (ن أ$_{٢}$) . كما تمت دراسة تأثير كربمة Carbamylation كحول 3,4-menthylene dioxy benzyl alchol على نسبة تنشيط الكارباريل . وتختلف قيم نسب التنشيط تبعاً لمجموعة الإحلال (ن) ، حيث تصل إلى ٩٢ فى حالة مجموعة (ن يد$_{٢}$) ، و٣٢ مع مجموعة (ن يد ك يد$_{٣}$) ، و١٩٦ مع مجموعة ن(ك يد$_{٣}$)$_{٢}$ ، و١٦٣ مع ن (ك$_{٢}$يد$_{٥}$)$_{٢}$. وهذه النتائج توضح التنشيط الذاتى لمركب الكاربامات السام 3,4-methylene dioxy phenyl N-methyl Carbamate ، حيث لوحظ أن هذا المركب شديد السمية ، رغم أنه ذو درجة نشاط منخفضة كمضاد لإنزيم الكولين إستريز ، ولا يتم تنشيطه بمركب البيرونيل بيوتكسيد .

أثبتت التجارب أن وجود ثلاث ذرات أيدروجين حرة فى مجموعة الميثلين ديوكسى فينيل ضرورى وهام لزيادة مستوى التنشيط .

٢ ـ٢ طريقة فعل منشطات المبيدات الفوسفورية العضوية

Mode of action of organophosphate synergists

لعل تركيب المبيدات الفوسفورية واختلاف طرق تمثيلها ونظم فقدها للسمية يزيد من صعوبة التوصل إلى استنتاج عام بالنسبة لطريقة فعل منشطات هذه المجموعة من المركبات . ومن المعروف أن المبيدات الفوسفورية العضوية هى إسترات لأحماض الفوسفوريك والفوسفونيك ، وعليه فإن التحلل المائى للرابطة الإسترية يعتبر نظاماً تمثيليًّا واضحاً لهذه المجموعة من المبيدات . ومن السهولة تفاعل ذرة فوسفور الإستر المحبة للإلكترونات Electrophilic مع المجموعة المحبة للنواة Nucleophilic ، مثل الأميدازول ، وذلك عند الجانب النشط لإنزيم الكولين إستريز الذى يحد مستوى نشاط الإنزيم .

(أ) التنشيط Activation

هناك العديد من المبيدات الفوسفورية العضوية الهامة التى تندرج تحت الفوسفوروثيونات Phosphoro thionates ، وهى تشتمل على مجموعة (فو=كب) . ونظراً لانخفاض اختلاف الإلكترونية السالبة Electronegatively بين فو(٢,١) ، وكب (٢,٥) ، فإن ذرة الفوسفور تكون محبة للإلكترون بشكل منخفض ، وذلك بالمقارنة بالمشابه (فو = أ) التى تصل فيه هذه الاختلافات إلى (٣,٥) ، وعليه .. فإن إسترات (فو = كب) أقل نشاطاً وتفاعلاً مع إنزيم الكولين إستريز بمقدار

١٠٠٠ مرة ، وتكون أكثر ثباتاً للتحلل المائى بمقدار ١٠ ـــ ١٠٠ مرة ، وذلك بالمقارنة بمجموعة (فو = أ) ويعتبر التحول الانزيمى لمجموعة (فو = كب) إلى (فو = أ) خطوة هامة فى تنشيط المركب وزيادة سميته . وقد أظهرت الدراسات الحديثة حدوث فقد للكبريت Desulfuration كنتيجة لفعل إنزيمات Microsomal Oxidases فى الأجسام الدهنية للصرصور الأمريكى . ويحتاج هذا التفاعل إلى جزىء أكسجين ، وإلى $(NADPH_2)$ وإلى Mg^{++} . ويتم تثبيط إنزيمات Microsomal oxidases بفعل المنشطات ، مثل : البيرونيل بيوتكسيد ، والسيسامكس ، ون ـــ بروبيل أيسوم ، والسلفوكسيد ، و MGK 264 ، و SKF 252A ، و WARF ، ولو أنه فى هذا المثال تعمل المثبطات كمضادات تعوق تنشيط الفوسفورثيونات إلى الفوسفات . وقد وجد Sun & Johnson عام ١٩٦١ نسب التنشيط التالية عند رش السيسامكس بتركيز ١٪ على الذباب المنزلى ، وذلك مع مركبات الفوسفور وثيونات : (٠,٧٠) EPN ، و(٠,٦٣) الباراثيون ، و(٠,٤١) الميثيل باراثيون ، و(١,١) الملاثيون ، و(١,٨) الجوثيون .. وقد بلغت نسبة التنشيط بإضافة المنشطات المختلفة مع الميثيل باراثيون القيم التالية : (٠,٨٦) البيرونيل بيوتكسيد ، و(٠,٨٤) ن ـــ بروبيل أيسوم ، و(٠,٤١) اليسيامكس ، و(٠,٩١) السلفوكسيد .

ومن هذه التجربة يمكن استنتاج أن مركبات الميثلين ديوكسى فينيل قد تحدث أثراً تنشيطيًّا أو تضاديًّا للمبيدات العضوية ، حيث إنها تنشط الأكسدة البيولوجية Biological oxidation التى قد تنشط ، أو تبطل مفعول المبيدات الحشرية .

لوحظ من خلال التجارب التى أجراها Sun & Johson على منشط السيسامكس أن هذا المركب يعمل كمنشط للمركبات الفوسفورية العضوية التى تحتوى على مجموعة أمينو ، أو مجموعة أميدو . وقد لوحظ أن قيمة معامل السمية المشتركة فى السلالة الحساسة للذباب المنزلى تصل إلى ٤٠ أو أكثر ، بينما تصل القيمة إلى ٣٠ فى السلالة المقاومة . وقد تنخفض سمية المركبات التى تحتوى على مركبات Thiono عند إضافة السيسامكس (تصل قيمة معامل السمية المشتركة حوالى ٠,٣) ، ويطلق على هذه الحالة بالفعل التضادى . وقد فسر نفس العالمين الفعل التنشيطى للسيسامكس فى مخلوط المبيدات الفوسفورية العضوية على أساس قدرته على تثبيط تفاعلات الأكسدة البيولوجية ، والتى تتضمن نشاط الثيونوفوسفات ، حيث إن تثبيط نظم الأكسدة بواسطة السيسامكس تزيد من الفعل السمى للإسترات المحتوية على مجموعة أميدو .

أظهرت بعض التجارب الفعل المقوى لمخاليط إسترات الأحماض الفوسفورية ، وعلى سبيل المثال .. فإن EPN-oxide يثبط إنزيم الملاثيونيز Malathionases (الإنزيمات التى تقوم بتمثيل الملاثيون فى كبد الفأر والإنسان) ، وتكون النتيجة ظهور فعل مقو مع مخلوط EPN-O . وعلى العكس .. فإن البارأوكسون يثبط بوضوح مجموعة إنزيمات الكربوكسيل إستريز فى كبد الإنسان والفأر ، وعليه . فإن فعله المقوى للملاثيون غير واضح .

(ب) منشطات المبيدات الفوسفورية العضوية O.P.Synergists

قام Plapp وآخرون بدراسة تنشيط الملاثيون ضد سلالة الذباب المنزلى المقاومة له بمعدل ١٠٠٠ مرة . وعند استخدام المنشط بنسبة ١:١ مع الملاثيون أمكن الحصول على نسب التنشيط التالية : Tributyl phosphorotrithioate (٧٢) ، و Tributyl phosphate (٢٢) ، و Triso propyl phosphorotetrathioate (٢١) . وقد وجد أن أكثر المنشطات كفاءة هى التى تعمل كمثبطات لإنزيمات الأليستريز فى الذباب المنزلى . وتمت أيضاً دراسة تنشيط الملاثيون ضد يرقات بعوض الكيولكس Culex tarsalis المقاوم ١٠٠ مرة للملاثيون . وقد تراوحت نسب التنشيط ما بين ٨٠ ـــ ١٠٠ مرة إذا كانت نسبة المنشط إلى الملاثيون هى ١:١ ، وذلك مع المنشطات التالية : Tributyl phophorotrithioite ، و Tributyl phosphorotrithioate . وتعمل جميع هذه المركبات على زيادة تراكم الملاأوكسون (الصورة النشطة للملاثيون) فى السلالة المقاومة . ومما سبق .. يمكن القول إن اختلاف الفعل التنشيطى فى الذباب والبعوض المقاوم إنما يرجع إلى وجود نوعين من المقاومة ضد الملاثيون ، هما :

(أ) تعزى المقاومة فى الذباب المنزلى إلى إنزيم الأليستريز الطفرى أو الفوسفاتيز Mutant aliestrase (phosphatase)

(ب) ترجع المقاومة فى يرقات البعوض إلى وجود مستويات مرتفعة من إنزيمات الكربوكسى إستريز . وقد وجد أن EPN مثبط لإنزيم الكربوكسى الذى يهاجم الملاثيون والملاأوكسون فى كبد ودم الثدييات ، حيث يتكون مركب EPN-Oxon الذى يقوم بتثبيط إنزيم الكربوكسى إستريز ، وذلك بفسفرته للجانب النشط من الإنزيم .

٢ ـــ ٣ طريقة فعل منشطات الـ د.د.ت Mode of action oF DDT Synergists

تعتبر المنشطات مركبات فعالة مع د.د.ت ، والذى يتميز بسرعة فقده للسمية فى سلالات الذباب المنزلى المقاومة لفعله . وتتميز السلالات الحساسة للذباب المنزلى بقدرتها على تمثيل الـ د.د.ت ببطء إلى DDE . وقد وجد فى سلالة بيركلى الحساسة أن ٦٩٪ من الـ د.د.ت يتم تمثيله إلى DDE فى خلال ٢٤ ساعة ، وذلك عند معاملته قميًّا بجرعة حوالى ٠,٠٥ ميكروجرام ، بينما لوحظ أن سلالة بيلفلور للذباب المنزلى يتم تمثيلها نسبيا بعد ٢٤ ساعة من المعاملة القمية للـ د.د.ت ، حيث يتحول ٨٥٪ من الجرعة الداخلية إلى DDE .

لوحظ أن منشط البيرونيل سيكلونين يقلل من LD_{50} لسلالة بيلفلور من ٧,٤ إلى ١,١ ميكروجرام/ أنثى ذبابة ، وذلك عند المعاملة بنسبة ٣٠ ـــ ١٠٠:١ ، وهذه المعاملة تقلل من معدل تكوين DDE . وعند معاملة إناث سلالة بيلفلور المقاومة بجرعة من د.د.ت مقدارها ٢,٥ ميكروجرام ، فإن ٩٢٪ من الـ د.د.ت يمتص ويتحول إلى DDE ساعة ، بينما عند إضافة ٢٥ ميكروجرام من البيرونيل سيكلونين مع د.د.ت ، فإن ٣٨٪ فقط من الـ د.د.ت الممتص يتحول إلى DDE .

(أ) فاعلية منشطات الـ د.د.ت **Activity of DDT Synergisrs**

أجريت مجموعة من الاختبارات الأولية لدراسة فاعلية ٢٤٠٠ منشط ضد الذباب المنزلى المقاوم للـ د.د.ت بمعدل جزء واحد من المنشط : ١٠ أجزاء د.د.ت . وقد أظهرت الدراسة أن ١٧ مركباً كانت أفضل أو مساوية لفاعلية المنشط DMC . وفى الاختبارات المتقدمة أظهرت ثلاثة مركبات فقط فاعليتها كمنشطات للـ د.د.ت ضمنها المنشط DMC ، كما وجد أن المعاملة القمية بمركب SKF-525A ضد حشرة **Triatoma infestons** قبل المعاملة بالـ د.د.ت بمدة ٢٤ ساعة تزيد من سمية الـ د.د.ت بشكل واضح ، وتقلل من تمثيله إلى مركب الكلثين بمعدل ٦٠٪ بالمقارنة بالعادى .

وفى تجارب أخرى قيمت فاعلية ١١٥ منشط مع كل من الـ د.د.ت والميثوكسى كلور بمعدل ١ : ١٠ ، ٣ : ١٠ على الترتيب عند المعاملة بطريقة المتبقيات ، وكانت أكثر هذه المنشطات كفاءة خمسة منشطات ، منها DMC .

وجد من خلال الدراسة أن العديد من المركبات القريبة الشبه من الـ د.د.ت (من حيث التركيب) كانت منشطات فعالة ، حيث تعمل هذه المركبات على الاتحاد مع إنزيم DDT dehydrochlorinase ، وبذلك تتيح الفرصة لمبيد الـ د.د.ت حتى يحدث تأثيره . وتوجد اعتبارات أخرى تحكم معدل تنشيط المركبات للـ د.د.ت ، وهى حجم وطبيعة مجاميع المركب المتصلة بـ Methylene bridge ، حيث لوحظ ارتفاع مستوى التنشيط إذا تميزت المنشطات بوجود :

(أ) المجاميع لها نفس حجم وشكل جزىء Trichloro ethane فى مركب الـ د.د.ت .

(ب) المجاميع التى لا تفقد سميتها بفعل DDT-dehydrochlorinase أو بغيره من الإنزيمات الفاقدة للسمية .

وعموماً .. يمكن القول إن تنشيط مشابهات الـ د.د.ت أقل فى درجته من الـ د.د.ت ، ويرجع ذلك إلى النشاط النسبى لإنزيم DDT-dehydrochlorinase على مشتقات الـ د.د.ت .

وعموماً .. فقد أظهرت الدراسات أن منشطات الـ د.د.ت من مجموعة WARF لها القدرة على تثبيط الإنزيم المحلل للـ د.د.ت (DDT-dehydrochlorinase) ، كما ظهر أن المركبات المحتوية على مجموعة الميثلين ثنائى الأوكسى فينيل كان لها تأثير تنشيطى مع بعض المركبات الكلورينية ، وتأثير تضادى مع مركبات أخرى ، مثل الألدرين ، والهبتاكلور . وقد يرجع ذلك إلى تثبيط عملية الأكسدة الحيوية اللازمة لهذه الجزيئات لزيادة فعلها السام .

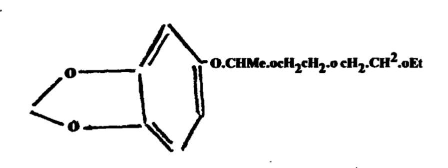
٣ ـــ نماذج لبعض المنشطات

١ ـــ مركبات تحوى مجاميع الميثلين ثنائى الأوكسى فينيل

(أ) السيسامكس **Sesamex (Sesoxane)**

وزنه الجزيئى (٢٩٨,٣) ـــ رمزه الكيميائى $ك_{١٥} يد_{٢٢} أ_{٦}$ ـــ التسمية العلمية 5-[1-[2-(2-ethoxy)

ethoxy) ethoxy] ethoxy]-1,3-benzodioxole سائل قرنفلى ــ ذو رائحة ضعيفة ــ درجة غليانه ١٣٧ ــ ١٤١ م° ــ يذوب فى الكيروسين كما يذوب فى داى كلورو داى فلورو ميثان ــ غير ثابت فى ضوء الشمس أو مع المساحيق الحاملة ــ منشط للبيرثرينات والإليثرينات ــ نصف الجرعة الفمية الحادة المميتة للفئران = ٢٠٠٠ ــ ٢٢٧٠ ملليجرام/كجم .



(ب) البيرونيل بيوتكسيد **Piperonyl butoxide**

وزنه الجزيئى (٣٣٨,٤) ــ رمزه الكيميائى ك١٩ يد٣٠أ٥ ــ التسمية العلمية 5-[2-(2-butoxy ethoxy ethoxy methyl]-6-Propyl-1,3-benzodioxole زيت لونه قرنفلى باهت درجة غليانه ١٨٠° م ــ ثابت فى الضوء مقاوم للتحلل المائى ــ منشط للبيرثيرينات والمبيدات الحشرية الأخرى ــ نصف الجرعة الفمية الحادة المميتة للفئران والأرانب = ٧٥٠٠ ملليجرام/كجم يستخدم مع البيرثرينات بنسبة ١:٥ ــ ٢٠ ، ودائماً بنسبة ١:٨ .

O — $CH_2.CH_2.CH_3$

O — $CH_2.\ OCH_2.CH_2.\ OCH_2.CH_2.OC_4H_9$

(جـ) السلفوكسيد **Sulfoxide**

وزنه الجزيئى (٣٢٤,٥) ــ رمزه الكيميائى ك١٨ يد٢٨أ٣كب ــ التسمية العلمية 1-methyl-2 (3,4-methylene dioxy phenyl) ethyl octyl sulphoxide سائل لونه بنى له رائحة متوسطة ــ لا يذوب بسهولة فى الماء ــ قابل للذوبان فى معظم المذيبات العضوية ــ ثابت تحت الظروف العادية ــ وهو منشط للبيرثرينات والإليثرينات . نصف الجرعة الفمية الحادة للفئران = ٢٠٠٠ ــ ٢٥٠٠ ملليجرام/كجم .

$CH_2.CH-\overset{O}{\overset{\|}{S}}-(CH_2)_7-CH_3$ (with CH_3 on CH)

Piperonyl Cyclonene **(د) البيرونيل سيكلونين**

رمزه الكيميائى ك١٩ يد٢٤أ٣ ــ التسمية العلمية 5(benzodioxol-5-yl)-3-hexylcyclohex-2- enone .

Propyl isome **(هـ) البروبيل أيسوم**

رمزه الكيميائى ك٢ يد٢٦أ٦ ــ التسمية العلمية .

dipropyl 1,2,3,4-tetrahydro-3-methyl-6,7- methylenedioxy naphthalene-1,2-dicarboxylate

$CooC_3H_7$

$CooC_3H_5$

أظهرت هذه المجموعة من المركبات تأثيراً تنشيطيًا واضحاً لمركبات البيرثرين والإليثرين . وقد لوحظ أن هذه المنشطات تزيد من الفعل السام لمبيدات الكاربامات ، حيث أظهرت تأثيراً منشطاً على الأيسولان والبيرولان ضد ذبابة الدروسوفيلا ، بينما كان لمنشط البيرونيل بيوتكسيد تأثير تضادى لسمية الأندرين والبيولان ضد براغيث الماء ، كما أثبتت هذه المركبات تأثيراً تنشيطيًا للمبيدات

الفوسفورية ضد الذباب المنزلى ، مثل : مبيد الكومافوس ، وEPN ، والديازينون ــ وقد أظهرت تجارب التنشيط أن مجموعة الميثلين ثنائى الأوكسى فينيل ضرورية جدًا لإحداث التنشيط ، ولا يمكن إحلال مجموعة أخرى مشابهة ، مثل ثنائى الميثوكسى .

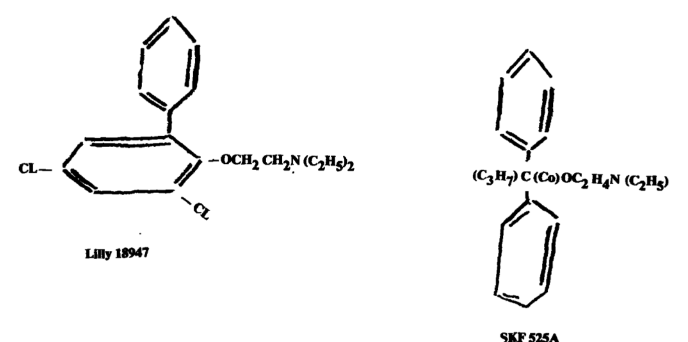
٢ ــ مركبات الثيوسيانات العضوية **Organothiocynates**

من أهم هذه المجموعة مركب الثانيت Thanite التى أظهرت الدراسة فاعليته التنشيطية على بعض مبيدات الكاربامات . وقد لوحظ أن البيرونيل ثيوسيانات أظهر تأثيراً منشطاً يماثل مركب البيرونيل بيوتكسيد فى استعماله مع السيفين ، كما أنه بزيادة طول السلسلة الألكيلية فى مشتقات الألكيل ثيوسيانات ازداد التأثير التنشيطى . ومركب الثانيت رمزه الكيميائى ك١٢يد١٩ ن أ٢ كب (Iso barny thiocyanoacetate) .

$$NCS{-}CH_2{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}O{-}$$

٣ ــ مشابهات **Lilly 18947**

تم اختيار عديد من مشابهات Lilly 18947 ، وSKF 525A مع السيفين والبرولان ضد سلالة حساسة من الذباب المنزلى . وقد أظهر المركب الأول تأثيراً تنشيطيًا مع السيفين ، ولم يكن له تأثير مع البرولان ، بينما أعطى المركب الثانى تأثيراً تنشيطيًا مع البرولان .

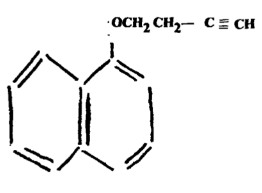


Lilly 18947

SKF 525A

٤ ــ مشتقات الفينيل إيثير

اختبرت مشتقات ٢ ــ بروبينيل فينيل أيثير مع أحد عشر مركباً من الكاربامات ضد الذبابة المنزلية . وكان لهذه المشتقات تأثير منشط بلغ من ٢ ــ ٥ مرات قدر مشتقات الميثلين ثنائى الأوكسى فينيل ، وظهر أن لها مدى واسع التأثير على عديد من المركبات ، كما أن مشتقات ١ ــ نفثيل ٣ ــ بيوتينيل إيثير أعطت نسبة تنشيط عالية جدًا ، ولم يظهر لها أى فعل منشط مع السيفين ضد الفأر الأبيض . وقد يفتح هذا الاكتشاف مجالاً للبحث عن مركبات لها تأثير اختيارى فى التنشيط بين الحشرات والثدييات .



- Naphthy1 3-buteny1 ether

$OCH_2\ CH \equiv CH$

2- pvepteny1 pheny1 ether

٥ ــ منشطات الـ د.د.ت

وجد أن مشتقات الهيدروكسى ، مثل DMC ، لها تأثير تنشيطى واضح على الـ د.د.ت ، كما تعتبر مشتقات البنزين سلفون أنيليد ، مثل WARF ، مثبطات متخصصة لإنزيم DDT-dehydrochlorin ase ؛ كما وجد أن لهذه المركبات خاصية تنشيط جزىء الـ د.د.ت ضد الحشرات لفعله ، لذا يطلق عليه WARF anti-resistant .

CL — C(OH)(R) — CL

(DMC)

d- — SO_2 — $N(n—C_4H_9)_2$

(WARF)

الفصل السادس

مبيدات البيض

أولاً : مقدمة
ثانياً : العوامل التى تؤثر على كفاءة مبيدات البيض
ثالثاً : أنواع مبيدات البيض ــ استخداماتها ــ طريقة فعلها
رابعاً : إمكانيات استخدام مبيدات البيض فى المستقبل

الفصـــل الســـادس

مبيـــدات اليـــض

Ovicides

أولاً : مقدمـــة

تعتبر مبيدات البيض Ovicides نموذجاً ممتازاً للمبيدات المتخصصة Selective pesticides التى تمثل إحدى الركائز الأساسية فى برامج التحكم المتكامل للآفات (IPM)، بحيث يمكن استخدامها عند عجز الوسائل الأخرى غير الكيميائية فى تحقيق مكافحة فعالة ضد الآفة المستهدفة . وتحتاج مبيدات البيض إلى توقيت مناسب فى التطبيق يضمن وجود البيض بتعداد مناسب مع تواجده فى مكان مكشوف معرض للمبيد . ولعل استعراض هذا الموضوع يوضح مدى الحاجة الماسة للاهتمام به فى برامج مكافحة الآفات بجمهورية مصر العربية .

تتفاوت الأطوار المختلفة للحشرة فى حساسيتها للمبيدات . وتتمثل الحساسية النسبية للأطوار المختلفة فى مدى قدرة المادة السامة على اقتحام نقاط الضعف فى الحشرة . ويرجع اختلاف الحساسية إلى اعتبارات كثيرة ، بعضها له علاقة بالنواحى الفسيولوجية للحشرة ، والآخر خاص بمعاملة المبيد ضد الآفة مجال المكافحة . وفى بعض الأحيان يعتبر طور البيضة أكثر الأطوار حساسية للمبيد ، إلا أنه لم ينل الاهتمام الكافى فى مجال مكافحة الآفات حتى الآن ، ومع ذلك فقد خططت بعض برامج المكافحة على التدخل باستخدام المبيدات ضد طور البيضة .

ويعتبر طور البيضة وحدة متكاملة للدراسة ، حيث توضح عمليات تتابع النمو الجنينى العلاقة بين التركيب والدور الوظيفى . وقد تساعد فى إلقاء الضوء على طريقة فعل السموم على بعض النظم البيوكيميائية فى البيضة . ومع تقدم الدراسات فى مجال مزارع الأنسجة Tissue culture واستخدام المثبطات المتخصصة Selective inhibitors يمكن الاستفادة من الدراسات الجنينية فى إلقاء الضوء على

مدى نمو ووظيفة التكوينات الخلوية المختلفة بالجنين . ومن الجدير بالذكر ان الألوان المميزة لبعض أنواع البيض تعطى دلالة واضحة على مرحلة النمو الجنينى . وهناك بعض الأنواع المزودة بكوريون شفاف ، والذى يسمح بالملاحظة المباشرة لمدى النمو الجنينى .

الاعتبارات التى تعمل على زيادة كفاءة مبيدات البيض

Prerequisites for ovicidal effectiveness

يختلف طور البيضة من حيث مكان وجوده ، وميعاد تزايده ، وفترة الحضانة ، والحساسية الفسيولوجية باختلاف نوع الحشرة . وتفيد دراسة هذه الاختلافات عند وضع برامج المكافحة ضد آفة ما . وتتلخص الاعتبارات التى تعمل على زيادة كفاءة مبيدات البيض فيما يلى :

١ – يلزم أن يوجد البيض فى مكان معرض ومباشر للتركيز القاتل من المبيد .
٢ – من الضرورى أن يكون البيض حساساً للتأثير السام للمادة الكيميائية .
٣ – يجب توافر تعداد نسبى كاف من البيض ، حتى يمكن إجراء المعاملة الكيميائية .

ثانياً : العوامل التى تؤثر على كفاءة مبيدات البيض

Factors affecting the efficiency of ovicides

١ – مكان البيض **Location of the eggs**

ترجع قدرة الحشرة على التكيف مع البيئة المحيطة إلى التخصص الدقيق للنوع ، حيث تختار الأنثى المكان المناسب لوضع البيض ، بحيث تتوافر فى هذا المكان الظروف الملائمة لنمو وتطور النسل الناتج . وتضع الحشرات التى تتغذى على النبات بيضها فى أو على أو بالقرب من العائل النباتى . ولاتنجح المعاملة المباشرة للمبيدات عند وجود البيض داخل أنسجة العائل النباتى . وقد يتأثر البيض بالمعاملة الكيميائية نتيجة الفعل المدخن للمبيد ، أو لأثره الجهازى .

ويختلف مكان وضع البيض فى الأنواع المختلفة من الحشرات ، فمثلاً تضع إناث فراشة **Argyrotaenia velutinana** (التى تتواجد فى موسم الربيع) بيضها على جذوع أو فروع الأشجار ، والبعض الآخر يضع بيضه على المجموع الخضرى ، كما يلاحظ أن الأفراد الصيفية للأكاروس الأوروبى الأحمر **Panonychus ulmi** تضع بيضها على المجموع الخضرى ، بينما تضع الأفراد الشتوية بيضها على الأفرع . ويساعد مكان وجود البيض فى نجاح عملية المكافحة من حيث سهولة أداء المعاملة ، وضمان وصول السم بالتركيز القاتل للهدف . وقد يختلف متبقى المبيد تبعاً للأسطح المعاملة ، وهو عامل هام ومؤثر فى تحديد فاعلية مبيدات البيض .

٢ - حساسية البيض Susceptibility of the eggs

كما هو الحال فى أطوار الحشرة المختلفة يوجد تفاوت كبير فى مستوى حساسية البيضة للمبيد ، وذلك فى أنواع الحشرات المختلفة . ورغم أهمية الاختلاف فى مستوى الحساسية عند تقييم برنامج المكافحة المتخصصة ، إلا أنه لم يلق الاهتمام الكافى حتى الآن . وتختلف استجابة البيض للزيوت البترولية تبعاً لنوع الحشرة ، فهناك بعض الأنواع الحساسة ، مثل كثير من حرشفيات الأجنحة ، بينما تظهر بعض أنواع من متشابهة الأجنحة Homoptera مستوى منخفضاً من الحساسية . وقد يرجع ذلك إلى الاختلاف فى قدرة الكوريون على امتصاص الأكسجين .

وقد أجريت بعض الدراسات عن مدى اختلاف مستوى حساسية البيض تجاه المبيدات الفوسفورية العضوية . وقد لوحظ أن بيض بقة اللبن الكبيرة Oncopeltus Fasciatus يظهر مقاومة عالية للباراثيون ، بينما يظهر كثير من الحشرات التابعة لحرشفية الأجنحة والأكاروس مستوى مرتفعاً من الحساسية تجاه نفس المبيد . وقد تتغير حساسية البيضة لمبيد ما أثناء مراحل النمو الجنينى ، كما تختلف العلاقة بين عمر البيضة ومستوى الحساسية تبعاً لاختلاف المبيد ونوع الحشرة . وقد تتفاوت درجة الحساسية بين البيض الساكن وغير الساكن لنفس نوع الحشرة ، ويعزى ذلك إلى اختلاف طبيعة تركيب الكوريون فى كل حالة . ويمكن القول إن هناك كثيراً من العوامل التى تتحكم فى مستوى الحساسية ، والتى سيرد ذكرها فيما بعد . وتكفى هنا الإشارة إلى أن الاختلافات الواسعة فى حساسية بيض الحشرات للسموم الكيميائية قد ترجع إلى التكيف المورفولوجى والفسيولوجى للبيضة . وتعطى هذه الاختلافات إمكانية كبيرة لظهور برامج مكافحة متخصصة ضد طور البيضة فى الحشرات والأكاروسات .

٣ - الكثافة النسبية لطور البيضة

Proportion of population in the egg stage

من الضرورى وجود البيض فى حلقات واضحة ومميزة من حيث العدد ، وذلك حتى تكون هناك قيمة عملية عند توجيه برامج المكافحة للقضاء عليه . ويظهر ذلك بشكل واضح فى حشرتى Carpocapsa pomonella ، و Archips argyrospillus اللتين تتميزان بتشابه مستوى الحساسية الفسيولوجية فى طور البيضة . وتوجد بيضة فراشة A. argyrospillus فى الفترة من مايو حتى أكتوبر . وتبلغ فترة حضانة البيض خمسة أيام مع وجود ثلاثة أجيال فى العام . وعلى العكس من ذلك .. لوحظ أن البيض الساكن لحشرة A. argyrospillus يوضع فى فترة تمتد عدة أسابيع ، ويبقى لعدة أشهر على أغصان العائل النباتى ، مما يتيح الفرصة لتعرض البيض لفترة طويلة ، كما يعطى إمكانية كبيرة من حيث مدى الاستجابة ، والحساسية ضد مبيدات البيض .

(أ) تعتبر طبقة الكوريون من أهم السمات المميزة لطور البيضة . وتعمل أغلفة الحماية على تحديّد مستوى حساسية البيض للمبيدات ، كما يختلف تركيب الجهاز التنفسى للبيضة فى أنواع الحشرات المختلفة ، ويلعب دوراً هاما فى طريقة فعل المبيدات ، خاصة الزيوت البترولية .

(ب) من أهم العوامل المحددة والحرجة لقدرة البيضة على استكمال النمو الجنينى هو إمكانية احتفاظها بمحتواها المائى . ويتميز الكوريون بقدرته على حماية البيضة من الجفاف . وقد لا تعتبر قابلية البيضة لفقد الماء أحد التأثيرات المباشرة لفعل المبيد .

(جـ) تتم عمليات التطور الداخلى فى معظم أنواع البيض داخل نظام مقفل Cleidoic يحتوى على جميع المواد اللازمة لعمليات النمو الجنينى . وقد يوجد الأكسجين والماء فى بعض الحالات . وينمو الجنين فى معظم الأنواع طبيعيا فى وجود الأكسجين فقط . ويمكن لمعظم الأجنة مقاومة تأثير نقص الأكسجين لمدة معينة . وتختلف هذه القدرة تبعاً لنوع الحشرة .

(د) فى المراحل الأولى للنمو الجنينى يتكون مصدرْ الطاقة الرئيسى نتيجة أكسدة الكربوهيدرات ، بينما يعتبر الدهن هو المصدر الأساسى للطاقة فى المراحل المتأخرة للجنين . أما البروتين ، فدوره محدود كمصدر للطاقة . ويختص النشاط التمثيلى فى المراحل الأولى لنمو الجنين ، بينما يظهر فى المراحل المتأخرة كثير من الأنشطة المتميزة ، مثل الإخراج ، والانقباض وغيرها من الوظائف الحيوية . وتصاحب التغيرات المورفولوجية التى تتم أثناء التطور الجنينى مجموعة من التغيرات الكيميائية التى تنظمها عوامل وراثية خاصة بالحشرة ، بينما يعتمد النمو والتكوين المورفولوجى بعد الجنينى على التداخل بين الإفرازات الهرمونية . ويلاحظ أن نشاط الغدد الصماء يتحكم فى النمو الجنينى ، وذلك فى المراحل المتأخرة من النمو فقط .

(هـ) يتم أداء الوظائف الدقيقة فى المراحل المتأخرة فى وسط إنزيمى . ويرتبط مستوى الأداء الوظيفى مع معدل النشاط الإنزيمى المتخصص . وعلى سبيل المثال .. نجد أن التطور المورفولوجى للجهاز العصبى يتوازى تماماً مع وجود الأنظمة الكولينية التى تحكم أداء الجهاز العصبى ، كما يرتبط وجود الإنزيم المشابه للتربسين فى الخلايا المعوية لبعض الأجنة مع تطور الجهاز العصبى .

(و) يعمل الجنين كأداة بيولوجية لإظهار فعل المبيدات ، ويتميز عن الأطوار الحشرية الأخرى بأن عمليات النمو الجنينى تشتمل على نطاق واسع من الأنشطة والتغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية . ويمكن خلال عمليات التميز الخلوى والتعضوى Organogensis دراسة العلاقة

بين مستوى التكوين الخلوى والأداء الوظيفى ، وذلك باستخدام مثبطات تمثيلية متخصصة تؤثر على الأنشطة الإنزيمية . ويوضح هذا العمل نقاط الضعف فى الجنين ، والتى تساعد على إمكانية التوصل إلى مكافحة مجدية وفعالة .

٥ – قدرة الكوريون على الحماية Protection afforded by the chorion

تعتبر قدرة الأغلفة الجنينية على النفاذية من أهم العوامل المؤثرة على كفاءة مبيدات البيض . ويختلف عدد الأغلفة الجنينية وخصائصها الطبيعية والكيميائية باختلاف أنواع الحشرات . وقد أجريت دراسات مكثفة حول تركيب هذه الأغلفة والعلاقة بين تركيبها ووظائفها فى خمس من رتب الحشرات هى ذات الجناحين ، وغمدية وحرشفية ونصفية ومستقيمة الأجنحة . وقد لوحظ فى البيض الحديث الوضع لحشرة أبى دقيق الصليبيات (والذى يتميز بغلافه الرقيق) أن طبقات الحماية تتكون من الكوريون Corion ، والتى تفرزها الخلايا الحوصلية Follicular cells بمبيض الأنثى والغشاء المحى Vitelline membrane . ويتكون الكوريون من الجزء الخارجى Exochorion ، وهو مكون من مادة يطلق عليها الكوريونين Chorionin ، وهى مشابهة للكيوتكيولين Cuticulin فى منطقة فوق الجليد Epicuticle ، أما الجزء الداخلى Endochorion ، فهو غنى بالفينولات العديدة . ويغطى الكوريون بطبقة أسمنتية Cement layer طاردة للماء Hydro Fuge . وتعمل هذه الطبقة أيضاً على لصق البيض على السطح ، كما توجد طبقة من الزيوت غير المشبعة أسفل الكوريون مباشرة ، يليها الغشاء المحى Vitelline membrane ، وهو غشاء رقيق يحيط بالمح ، ويفصلها عن الطبقة الليبيدية . ويتحول الغشاء المحى بعد الإخصاب إلى غشاء إخصابى . ومع تقدم عمر البيضة تضاف إليه بعض المواد من خلايا السيروزا (المصلية) بالجنين ، ويسمى بالغلاف الجنينى . وهو غلاف مقاوم للكيميائيات التى قد يتعرض لها . ويصبح الغلاف الجنينى أكثر ليونة قبل الفقس مباشرة ثم يتحلل جزئيا بفعل إفرازات الجنين .

وتعزى قدرة البيضة على منع نفاذ الماء إلى الطبقة الشمعية التى توجد أسفل السطح الداخلى للكوريون . وقد تتكون هذه الطبقة قبل وضع البيض ، وقد تكون غائبة ، كما يغطى بيض حشرة Malacosoma إفراز غروى يسمى spumaline ، ويتميز بخاصيته الهيجروسكوبية ، ويعمل على حفظ الرطوبة . وقد يساعد الكوريون نفسه على حفظ الماء إذا كانت المواد الداخلة فى تركيبه فى حالة جفاف . وفى حشرة Lucilia توجد الليبويدات المسئولة عن حفظ الماء بين الكوريون والغشاء المحى . وفى النطاطات توجد طبقة شمعية صلبة بيضاء سمكها حوالى $\frac{١}{١٠}$ ميكرون خلف الكوريون .

وعموماً .. فإن البيضة لاتمنع نفاذ الماء تماماً ، خاصة عند حفظها فى ظروف جافة ، حيث يفشل الفقس ، إما لجفاف الجنين ، أو لصلابة الكوريون وعجز اليرقات الحديثة عند اختراقه . وهناك بعض النظم الميكانيكية المعقدة للحفاظ على المحتوى المائى فى بيض مستقيمة الأجنحة ، والذى يتميز بقدرته على امتصاص الماء من البيئة المحيطة أحياناً .

وترتبط التغيرات التى تحدث فى الأغلفة الجنينية ، والتى تؤثر على نفاذية القشرة مع التفاوت الواضح فى سمية محاليل مبيدات البيض خلال مراحل النمو الجنينى ، ففى نصفية الأجنحة تزداد درجة مقاومة نفاذية السموم القابلة للذوبان فى الماء مع تقدم مراحل النمو الجنينى . ويرجع ذلك إلى تكوين الأغلفة الجنينية وتشبعها المستمر بالشمع ، ثم تقل درجة المقاومة قبل الفقس مباشرة نتيجة تحلل هذه الأغلفة . وعلى العكس من ذلك .. تنخفض درجة مقاومة نفاذية السموم القابلة للذوبان فى الزيوت مع تقدم مراحل النمو الجنينى ، حيث يزداد تشبع الأغلفة الجنينية بالشمع ، ثم تنخفض درجة المقاومة بشكل واضح مع التخلص من هذه الأغلفة قبل الفقس مباشرة ، أى أنها تشابه السموم القابلة للذوبان فى الماء فى هذه المرحلة . وعموماً .. فإن السوائل المحبة للماء Hydrophilic أو المحبة للدهون Lipophilic قد تنفذ ، ثم تمتص بفعل الأغلفة الجنينية . وقد تنطلق سوائل المبيد عند تحلل الأغلفة الجنينية قبل الفقس مباشرة ، وتحدث فعلها السام على الجنين . وفى حشرات حرشفية الأجنحة ترتبط الفترات التى يرتفع فيها مستوى الحساسية للسموم ارتباطاً وثيقاً بفترة الحضانة (الفترة التى تمتد من المرحلة قبل تكوين الأغلفة الجنينية حتى تحللها قبل الفقس مباشرة) .

وتعمل قشرة البيضة على توازن احتياجات الجنين المتضادة من حيث القدرة على الاحتفاظ بالماء water retention والتنفس Respiration . ويعتمد التبادل الغازى بين الجو والجنين على عملية الانتشار Diffusion . ويتكون نظام التنفس فى بيض ذات الجناحين وبعض نصفية الأجنحة من شبكة تمتد على الكوريون ، مكونة فيلماً هوائيا ، وتوجد دائماً فى الطبقة الداخلية للكوريون ، وتتصل بالهواء الجوى خلال قنوات أو ثقوب هوائية تصل إلى سطح القشرة . وفى بعض حشرات ذات الجناحين قد يحتوى جزء من الطبقة الخارجية للكوريون على الشبكة الهوائية ، وقد تغطى الكوريون فى البعض الآخر ، كما يلاحظ فى بعض نصفية الأجنحة وجود الفتحات الهوائية فى أجزاء محددة من المنطقة الأمامية لقشرة البيضة ، بينما تنتشر فى البعض الآخر على مساحة كبيرة من القشرة . ويمر الغاز خلال الثقوب الهوائية عن طريق الانتشار ، ويبقى فى مكانه لوجود جهاز طارد للماء يقاوم دخوله ، ففى بيض البعوض ، والذى لايحتوى على ثقوب هوائية ، يوجد الهواء بالكوريون دائماً ، وتكون نفاذية الماء والزيت خلال قشرة البيضة محددة بشكل واضح . وتوجد فى حشرات حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة حزم من الثقوب الهوائية حول النهاية الأمامية للقشرة .

وقد درست أهمية المناطق المتخصصة فى قشرة الكوريون كمنافذ لدخول السم ، ففى بيض نصفية الأجنحة يتم نفاذ السموم المحبة للماء ، وكذلك المحبة للدهون خلال فتحة النقير ، وتصل السوائل المحبة للدهون أسرع من السموم المحبة للماء . وتنفذ السموم خلال أجزاء صلبة من كوريون بيض حرشفية الأجنحة ، كما تنفذ السموم القابلة للذوبان فى الزيوت خلال الطبقة الشمعية داخل الكوريون ، وتصل حتى تلامس الجنين ، بينما تفشل السموم القابلة للذوبان فى الماء فى النفاذ داخل البيضة . وتتميز السموم التى قد تعمل كمدخنات Fumigant action بضغطها البخارى العالى الذى يمكنها من تخلل القشرة . وقد تنجح فى الوصول إلى جهاز التبادل الغازى الموجود فى بيض معظم

أنواع الحشرات . وتتمكن الزيوت الثقيلة ذات الفعل التدخينى Smothering action من تثبيط عمل الجهاز التنفسى ، حيث تمنع دخول الأكسجين إلى الجنين .

ومن الجدير بالذكر أن الطبقة السمنتية التى تغطى الكوريون ، والتى تساعد على التصاق البيض بالعائل النباتى قد تؤثر على معدل نفاذ السم خلال قشرة البيضة ، ففى حرشفية الأجنحة تبدو هذه الطبقة فى شكل إسفنجى Spongy مكونة من مواد بروتينية تحتوى على بعض الليبيدات ، ولا تبتل بمعظم المحاليل المائية ، ولها تأثير بسيط فى منع دخول السموم القابلة للذوبان فى الزيوت ، ولكنها تقلل من معدل نفاذ المحاليل المائية . أما فى نصفية الأجنحة ، فهى عبارة عن مادة بروتينية تتبلمر ببطء مع تعرضها للهواء . وهذه الرواسب السمنتية قد تسد فتحة النقير ، وبالتالى تؤخر نفاذ السم .

ثالثاً : أنواع مبيدات البيض – استخداماتها – طريقة فعلها

Types of ovicides - their use - Mode of action

رغم توافر الدراسات حول الوصول إلى مبيدات متخصصة ، إلا أن القليل منها قد تعرض لمبيدات البيض . وقد يظهر فعل وكفاءة هذه المركبات ضد البيض بمحض الصدفة ، وذلك أثناء إجراء اختبارات التقييم الحيوى على الأطوار الحشرية الأخرى . ويعتمد الاختلاف فى درجة الحساسية تجاه مبيدات البيض على مجموعة من العوامل ، والتى قد تساعد عند أخذها فى الاعتبار على التوصل لمبيدات متخصصة ضد البيض . وتعتبر مركبات الداى نيتروفينول والزيوت البترولية من أكثر مجاميع المبيدات استخداماً ضد البيض . أما المجموعات الأخرى ، مثل : المبيدات الفوسفورية العضوية ، والكاربامات ، والمركبات الكلورينية العضوية ، والبيرثرويدات المصنعة ، فلم تنل بعد الاهتمام الكافى . وعموماً .. قد تعمل مبيدات البيض بالملامسة المباشرة للبيضة ، أو بالتدخين ، أو بالفعل الجهازى .

وفيما يلى أهم مجموعات المبيدات الحشرية المستخدمة ضد البيض

١ – مركبات الداى نيترو — Dinitro Compounds

عرفت مركبات الداى نيتروفينول كمبيدات حشرية منذ نهاية القرن التاسع عشر ، حيث تم إنتاج ملح البوتاسيوم للداى نيتروكريزول (DNOC) فى المصانع الألمانية ، واستخدم ضد البيض عام ١٩٢٥ ، حيث لاحظ Tattersfield وآخرون فعله السام ضد بيض المن وبعض حرشفية الأجنحة ، وذلك عند معاملته فى الرش الشتوى لأشجار الفاكهة بتركيز (٠٫٠٢٥ – ٠٫١٪) فى صورة أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم . وعلى العكس من ذلك .. فقد أظهر بيض العنكبوت الأحمر الأوروبى مقاومة لفعل هذه المركبات ، رغم حساسيته العالية للزيوت البترولية . وقد أمكن خلط DNOC مع

الزيوت البترولية للوصول إلى مكافحة مرضية لكل هذه الأنواع بمعاملة واحدة . وقد لوحظ أن الزيت يزيد من فعل DNOC ، وعليه .. فإن التركيزات المنخفضة لكل منهما فى مخلوط واحد تعطى نتيجة فعالة . ولم تكن النتائج مشجعة تحت الظروف الحقلية ، نظراً للتأثير الضار على النبات ، وكذا انخفاض السمية على البيض . وقد يرجع ذلك إلى اختلاف مظهر توزيع DNOC فى المستحلبات المائية للزيوت البترولية ، والذى يعتمد على درجة حموضة محلول الرش ، حيث يؤدى الوسط الحامضى إلى تحلل المركب وانتشاره فى المظهر الزيتى ، وبذلك تحدث التأثيرات الضارة الجانبية الحادة على النبات ، بالإضافة إلى الكفاءة العالية ضد البيض . وقد لاتكون لدرجة تحلل مركب DNOC أهمية عند الأخذ فى الاعتبار نشاطه السام فى محلول الرش المائى . وقد اختلفت الآراء .. فالبعض يشير إلى أن أملاح DNOC الذائبة وغيرها من مركبات الداى نيترو أقل فاعلية كمبيدات بيض عن الصورة الحامضية ، بينما لاحظ البعض وجود اختلافات طفيفة فى مستوى السمية فى الحالتين .

وقد بلغ الاهتمام بمركبات الداى نيترو كمبيدات للبيض درجة كبيرة فى الولايات المتحدة الأمريكية ، وذلك قبل عام ١٩٣٦ ، حيث استخدم مركب Dinitrocyclohexyl phenol (DNOC HP) (والذى يعتبر أقل ضرراً للنبات من DNOC) مخلوطاً مع زيت البترول ضد المن ، والحشرات القشرية ، والعنكبوت الأحمر على أشجار الفواكه المتساقطة الأوراق والموالح . وقد وجد أن خلط زيت البترول مع (DNOC HP) فى صورة مسحوق له تأثير فعال ضد بيض أكاروس الموالح الأحمر ، ورغم كفاءته العالية ضد البيض عند استخدامه فى صورة محلول رش مائى ، إلا أن أثره الضار على النبات لم يرجح إمكانية استخدامه . ورغم فعالية محلول الرش لمركب Triethanol amine salt of dinitrobutyl phenol ضد بيض أكاروس الموالح الأحمر (فى حالة سكون شتوى) على التفاح وغيره من أشجار الفاكهة ، بالإضافة إلى نجاح خلطه مع الزيوت البترولية ، إلا أن حدود أمانه على النبات كانت غير مشجعة للتطبيق العملى .

وقد انخفضت معدلات استخدام مخاليط الداى نيترو والزيوت البترولية لضررها على النبات ، واستخدمت فقط بصورة منفردة (مركبات الداى نيترو ضد بيض المن ، والزيوت البترولية ضد بيض الأكاروس) ويعيب ذلك تكرار مرات التطبيق ، حيث تتم المعاملة مرتين خلال موسم الربيع القصير . وبالإضافة إلى كفاءة مركبات الداى نيترو ضد البيض ، فهى تستعمل أيضاً ضد الأطوار الحشرية الأخرى ، كما أنها فعالة كمبيدات فطرية وحشائشية .

طريقة فعل مركبات الداى نيترو Mode of action of Dinitro compounds

معظم مركبات الداى نيترو ذات نشاط سام عام ضد بيض حرشفية ونصفية وغمدية الأجنحة . وكما فى معظم مبيدات البيض يتوقف مدى النمو الجنينى للبيض بعد المعاملة على مستوى تركيز السم المستخدم ، حيث يؤدى تركيز المبيد المرتفع إلى وقف النمو الجنينى فوراً ، بينما ينمو الجنين طبيعيا عند

التركيزات المنخفضة . وعند أخذ عمر البيضة فى الاعتبار يلاحظ أن بيض حرشفية الأجنحة الحديثة الوضع أو قبل الفقس مباشرة أكثر حساسية من المراحل الوسطية للنمو الجنينى . وعلى العكس من ذلك .. فإن بيض حشرة Dysdercus Fasciatus (رتبة نصفية الأجنحة) المتقدم فى العمر يكون أقل حساسية من المراحل الأولى ، بينما لاتوجد علاقة واضحة بين مستوى الحساسية وعمر البيضة فى بعض أنواع المنّ . وقد يرجع الاختلاف فى مستوى حساسية البيض لمركبات الداى نيترو إلى التغير فى درجة نفاذية قشرة البيض ، بينما يكون لدرجة تغير حساسية الجنين المرتبة الثانية فى هذا الشأن . ولقشرة البيضة أهمية كبرى فى النشاط السمى لمركبات الداى نيترو ، حيث تمتص هذه المركبات فى بروتين القشرة ، بالإضافة إلى فعلها التدخينى الذى يطيل من أثرها السام . وتنفذ محاليل مركبات الداى نيتروفينول بسرعة فائقة خلال كوريون حرشفية الأجنحة ، مثل حشرة Diataraxia oleracea ، وتسبب زيادة ملموسة فى معدل استهلاك الأكسجين . ويظهر التأثير بوضوح مع زيادة تركيز السم المعامل ، وبالتالى مع زيادة كمية السم الملامس للجنين ، بينما تؤدى التركيزات المنخفضة من المبيد ، والتى تسمح باستمرار النمو الجنينى ، إلى ارتفاع معدل التنفس الذى يستمر عدة ساعات ، ثم ينخفض لمعدل أقل من العادى . ويستمر ذلك حتى الموت الذى يحدث بعد عدة ساعات من الفقس . أما التركيزات العالية من المبيد ، والكافية لمنع النمو الجنينى ، فهى تسبب زيادة سريعة فى معدل التنفس ، يستمر فترة قصيرة قبل انخفاضه إلى الصفر . ويمكن إيجاز فعل مركبات الداى نيترو على جنين البيضة فيما يلى :

(أ) معدل استهلاك الأكسجين

قد لا يؤدى التأثير التنبيهى لمركبات الداى نيترو على معدل استهلاك الأكسجين فى الجنين والأطوار الحشرية الأخرى إلى حدوث الموت (الفعل السام) ، وذلك إذا تمكنت الحشرات الحية المسممة من تعويض ارتفاع معدل استهلاك الأكسجين . وتسبب التركيزات المنخفضة من مركبات الداى نيترو الإسراع من عمليات التحلل الجليكولى Glycolysis . وهى عملية مستقلة عن تنبيه التنفس ، وعليه .. فإن التأثير السمى لمركبات الداى نيترو قد يكون بعيداً عن السلسلة التنفسية ، ويظهر ذلك فى حالة زيادة معدل امتصاص الأكسجين فى أجنة الحشرات خلال وسط إنزيمى تنفسى طبيعى .

(ب) نشاط إنزيم

يصاحب زيادة معدل امتصاص الأكسجين كنتيجة لتعرض البيض لمركبات الداى نيترو تنبيه لإنزيم ATP - ase الذى يحلل ATP إلى ADP ، وتنطلق الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية فى البيضة ، كما ينخفض مستوى ADP الذى يعتبر مصدراً آخر للطاقة ، حيث يعمل كمستقبل للفوسفور خلال عمليات التحلل الجليكولى ، ولكن بمعدل أقل من ATP . وكنتيجة لهذا الخلل فى العمليات الحيوية

تنقلب نسبة ADP/ATP ، ويرتفع مستوى الفوسفات غير العضوى ، ولذا يمكن القول إن مركبات الداى نيترو تحدث خللاً فى العمليات الطبيعية للتحلل الجليكولى ، وذلك نتيجة منع الأكسدة الفوسفورية ، وبالتالى منع استخدام الطاقة الناتجة من الإسراع فى عملية الأكسدة الفوسفورية .

(ج) تمثيل البروتينات

أوضحت الدراسات التى أجريت على تأثير مركبات الداى نيترو فينول على التمثيل فى جنين النطاطات أن هناك جزءاً من هذا التأثير السمى راجع إلى التأثير الهادم للنسيج البروتينى . وقد وجد حديثاً أن التأثير السام للنيتروفينول ضد الحشرات الكاملة للذباب المنزلى يرجع إلى نقص مستوى الأحماض الأمينية ألفاالانين ، وحمض الجلوتاميك ، والبرولين . وعليه .. يمكن القول فى النهاية إن مركبات الداى نيتروفينول تسرع فى امتصاص الأكسجين ، وتمنع الأكسدة الفوسفورية ، وتؤثر على محتوى بعض الأحماض الأمينية فى الحشرات المسممة .

٢ – الزيوت البترولية Petroleum Oils

تعتبر هذه المجموعة من أقدم المبيدات الحشرية وقد بدأ فى استخدامها منذ عام ١٧٨٧ . ويتضمن استخدام الزيوت البترولية فى مجال المبيدات ثلاثة اتجاهات هى : كمادة سامة رئيسية وكمواد منشطة للسطح وكمذيبات ومواد حاملة للمبيد . ويهمنا هنا الاتجاه الأول .

عرفت الزيوت رشا على أشجار الموالح لمكافحة الأكاروس وعلى اشجار الفواكه المتساقطة الأوراق لمكافحة البيض الساكن . ولا تظهر الزيوت البترولية أى مشاكل تتعلق بالمتبقيات السامة للحيوان والإنسان ، كما أنها تستخدم عادة فى الفترة شبه الخاملة للنبات ، حيث توجد أعداد قليلة من الأنواع الأخرى ، بالإضافة إلى الآفة مجال المكافحة . وترجح هذه الصفات إمكانية استخدام الزيوت فى برامج المكافحة المتكاملة .

وقد تأخر التوسع فى استخدام الزيوت مع ظهور الجير الكبريتى لمكافحة الحشرات القشرية عام ١٩٠٠ . وفى عام ١٩٢٣ نجح استخدام الزيوت البترولية ضد الحشرات القشرية ، وظهرت بعد ذلك مركبات الداى نيترو فى عام ١٩٣٠ كبديل للزيوت البترولية فى برامج المكافحة أثناء طور السكون للنبات . ثم تلى ذلك إعادة استخدام الزيوت البترولية لقدرتها الإبادية العالية ، ولأنها أكثر أمانا على النبات . وفى السنوات الأخيرة ظهرت أهمية استخدام المبيدات الحشرية العضوية ، وتم التوسع فى إنتاجها واستخدامها . ومع ظهور مشاكل مقاومة الحشرة لفعل المبيد ومشاكل المتبقيات ، رجح مرة اخرى استخدام الزيوت . وتنجح الزيوت البترولية بشكل خاص فى مكافحة أكاروسات النبات ، وقد يرجع ذلك إلى تأثير المبيدات الحشرية الأخرى على الأعداء الحيوية وظهور صفة المقاومة .

وقد كان العامل المحدد لاستخدام الزيوت البترولية لسنوات عديدة هو أثرها الضار على النبات عند خلطها مع الكبريت كمبيد فطرى ومع استمرار تحسين نوعية الزيوت وقدرتها على الخلط مع المبيدات الفطرية ازدادت امكانية استخدامها . وقد أشارت الأبحاث إلى أن الكفاءة الإبادية للزيوت ، والحد الأمينى لها على النبات ترتبط مع درجة البرافين فى الزيت .

ومن الضرورى عند وضع تصور دقيق لمدى كفاءة الزيوت البترولية من الناحية الإبادية ، وأثرها الضار على النبات إيجاد طرق قياسية لتقدير الخواص الطبيعية والكيميائية للزيوت ، مثل : تقدير اللزوجة Viscosity ، ومتبقيات المواد المشبعة غير المسلفنة Unsulfonated residues ، ونقطة الانسكاب Pour point ، ومدى التقطير Distillation range . ويعتبر ثقل الزيت من أهم السمات المميزة لمعدل اللزوجة ، والتى لا تكفى وحدها لتقييم الزيوت ذات التركيب المختلف . وتعطى اللزوجة ومتبقيات المركبات غير المسلفنة فكرة كاملة عن مستوى البرفنة Paraffinicity . ويرتبط مدى أمان الزيوت البترولية على النبات بمعدل متبقيات المركبات غير المسلفنة ، والتى تعطى دلاله على مستوى التركيب السلفونى ذى الأثر الضار على النبات . كما تؤثر اللزوجة أيضا على مدى أمان الزيوت البترولية على النبات ، حيث ترتبط بمعدل بخر الزيوت من على أسطح النبات . عموما .. فإن ضرر الزيت الحاد (حرق الورقة) يرجع إلى تأثير المركبات السلفونية ، بينما ضرر الزيت المزمن (يتأخر نمو وسقوط الأوراق) يرتبط بثبات الزيت على أنسجة النبات .

ويمكن معرفة مدى تجانس الزيت عند تقدير مدى التقطير ، فالزيوت سريعة التطاير ذات كثافة نوعية خفيفة ولا تصلح كمبيدات . أما الزيوت الثقيلة فأثرها الضار على النبات خطير جدا . وعلى ذلك يعتبر مستوى التقطير من السمات المميزة التى يمكن من خلالها مقارنة الزيوت ذات التركيب المختلف بعضها ببعض . أما نقطة الانسكاب فهى توضح إمكانية بقاء الزيت فى صورة سائلة عند معاملته على درجة الحرارة المنخفضة .

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت لمعرفة حساسية بيض الحشرات للزيوت البترولية أن العديد منها أظهر حساسية فائقة . ولا يختلف تركيز الزيت البترولى اللازم لإبادة أنواع مختلفة من البيض الحساس للزيوت كثيرا ، فهو يتراوح ما بين ٢ – ٠,٢٪ . وأبرز مثال على استخدام الزيوت البترولية كمبيدات للبيض ضد الأنواع التى تمضى فترة الشتاء على الأشجار فى طور البيضة .

طريقة فعل الزيوت البترولية Mode of action of petroleum oils

رغم استخدام الزيوت البترولية كمبيدات للبيض فترة طويلة ، إلا أن هناك تفسيرات عديدة لطريقة فعلها ضد البيض . وأهم النظريات المقترحة هى :

١ – قد يعمل الزيت البترولى على منع التعادل الغازى نتيجة لتغطية الزيت للبيضة على هيئة طبقة رقيقة .

٢ – قد يؤدى الزيت البترولى إلى تصلب الغلاف الخارجى للبيضة ، وبالتالى يمنع الفقس.

٣ – قد يتداخل الزيت البترولى مع التوازن المائى محدثا خللا به .

٤ – يلين أو يذيب الغلاف الخارجى للبيضة ، وبالتالى يتداخل مع النمو الطبيعى للجنين .

٥ – يخترق البيضة ليحدث تجمعاً للبروتوبلازم .

٦ – يخترق البيضة ويتداخل مع النشاط الإنزيمى والهرمونى .

٧ – قد يلامس الحشرة أثناء خروجها من البيضة ، وينتج أثرا ساما لملامسته لجليدها الرقيق .

وقد كان الاعتقاد السائد قديما مبنيًا على اساس ارتباط الأثر السام للمبيد (الزيوت البترولية) بقدرتها على النفاذ داخل البيضة . وأظهرت الدراسات الجديثة أن نفاذ الزيت داخل البيضة إنما يرجع إلى إطالة فترة غمر البيض فى زيت غير مخفف . ومن المستبعد أن يحدث ذلك تحت الظروف التطبيقية .

وتحدث الزيوت البترولية خللاً فى الأداء الوظيفى للجهاز التنفسى ، وذلك فى بيض نصفية الأجنحة ، مثل حشرة **O. Fasciatus** . ويتم التنفس فى هذا النوع خلال فتحات نقير كاذبة توجد فى نهاية الكوريون . وحينما تغطى هذه الفتحات بالزيت يموت الجنين . وقد أظهرت دراسة تأثير المعاملة بالزيوت البترولية على معدل تنفس بيض فراشة **Oriental fruit moth** أن المعاملة بالزيت تخفض معدل التنفس ، وتؤدى إطالة فترة خفض معدل التنفس إلى زيادة نسبة الموت . وقد بنيت هذه الدراسات على إزالة الزيت من البيض على فترات مختلفة بعد المعاملة ، وذلك بغمسها فى مذيب غير ضار . ومن هذه الدراسات يمكن استنتاج ما يلى :

١ – يؤدى الانخفاض فى معدل التنفس إلى الموت .

٢ – تتأثر فترة انخفاض معدل التنفس بكمية راسب الزيت على قشرة الكوريون .

٣ – يمكن حدوث التأثير المميت دون نفاذ الزيت خلال الكوريون بدليل انخفاض التأثير الإبادى للزيت عند إزالته من البيض بعد المعاملة .

مما سبق .. يمكن استنتاج تداخل الراسب الخارجى للزيت مع عملية التبادل الغازى ؛ مما يؤدى إلى حدوث الموت . ولم توضح هذه الدراسات ما إذا كان الموت راجعاً إلى النقص فى الأكسجين ، أو إلى التسمم نتيجة زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون ، ولو أن السبب الأول هو الأكثر قبولا .

العلاقة بين الوزن الجزيئى للزيت والتأثير الابادى

قدرت معدلات تطاير الزيوت بعمل أفلام من الزيت على رقائق الألومنيوم . وبنى التقدير على

حساب معدلات النقص فى الوزن خلال ٢٤ ساعة . فالزيت سريع التطاير أقل فاعلية من الزيت بطيء التطاير . وترتفع مستوى كفاءة الزيوت البترولية كمبيدات للبيض عندما يصل وزنها الجزيئى (٣٢٠) بصرف النظر عن نوع الزيت . ويكون معدل التطاير أقل ما يمكن عند هذا الوزن الجزيئى (٣٢٠) . وعليه .. يعتبر التطاير عاملاً محددًا لكفاءة الزيوت البترولية كمبيدات للبيض ، حيث إنه مؤشر لفترة تواجد الزيت على قشرة البيضة . وقد لوحظ أن الزيوت العالية البرافين أكثر كفاءة من الزيوت المنخفضة البرافين . ويرجع ذلك إلى أن سلسلة جزيء البرافين تعمل كفيلم جيد على الكوريون ، وذلك بشكل أفضل من التركيب الحلقى النفثانى ، ويؤدى ذلك إلى حدوث مستوى أعلى من الخلل فى عملية التبادل الغازى .

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على الحساسية النسبية لبيض فراشة Oriental fruit moth فى المراحل المختلفة من النمو الجنينى أن المرحلة الأخيرة من النمو أقل حساسية من غيرها . وتتميز هذه الفترة بزيادة حادة فى معدل التنفس تبلغ ثلاثة أضعاف تقريبا .

٣ – المبيدات الفوسفورية العضوية Organophosphorous insecticides

تم تقييم معظم المبيدات الفوسفورية العضوية كمبيدات بالملامسة ومدخنات وسموم جهازية ضد العديد من الأنواع الحشرية والأكاروسات . ورغم صعوبة تقييم فعل المبيدات ضد البيض تحت الظروف الحقلية ، إلا أن هناك إمكانية كبيرة لنجاح هذه الطريقة فى مجال المكافحة ، خاصة إذا تميزت أنواع الآفات مجال المكافحة بصفات وسمات معينة فى دورة حياتها وعاداتها ، بالإضافة إلى صفات السم المستخدم . وقد ظهرت هذه الصفات مجتمعة فى حشرة ثاقبة أشجار الخوخ Peach tree borer ؛ مما ساعد على نجاح مكافحة هذه الحشرة فى طور البيضة باستخدام الباراثيون ، وهذه السمات هى :

(أ) تتميز بفترة وضع بيض قصيرة تمتد من ٦ – ٨ أسابيع .

(ب) فترة حضانة البيض طويلة نسبيا من ١٠ – ١٥ يومًا .

(جـ) إمكانية تعرض البيض للمبيد على جذع الشجرة بمستوى قدم واحد من سطح الأرض .

(د) ارتفاع كمية الراسب الأولى للباراثيون .

(هـ) امتصاص الباراثيون خلال قشرة البيضة .

(و) حساسية كولين إستريز الجنين للتثبيط بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية .

ولقد أعطت مجموعة العوامل السابقة إمكانية فائقة للحصول على مكافحة موسمية ناجحة ، وذلك بالرش المباشر بمبيد الباراثيون مرة واحدة فى منطقة محددة (جذوع الأشجار) . وقد أجريت هذه المعاملة فى المناطق الشمالية ، حيث تكون فترة وضع البيض أقصر منها فى المناطق الجنوبية .

ويموت البيض إما بفعل المعاملة المباشرة ، أو بالتعرض لمتبقى المبيد . وتمتد فترة بقاء المبيد أكثر من ٢٠ يومًا . وهناك العديد من الأنواع الحشرية التى أظهرت حساسية عالية فى طور البيضة للمبيدات الفوسفورية ، مثل : Codling moth, Grape berry moth , Red banded leaf roller . وقد استخدمت المبيدات الفوسفورية بنجاح منفردة أو بخلطها مع الزيوت كمبيدات للبيض ضد أنواع عديدة من المن والأكاروس .

وقد ظهرت صفة مقاومة طور البيضة للأثر السام لهذه المركبات . وعلى سبيل المثال : فقد وصل مستوى مقاومة سلالات بيض الأكاروس ذى البقعتين للباراثيون حوالى ٢٠٠ مرة ، بالمقارنة بالسلالة الحساسة لنفس المبيد . ولوحظ أن الاختلافات البيوكيميائية فى مجموعة الإستريزات فى جنين السلالة المقاومة هى أكثر العوامل المسببة لهذه الظاهرة . فقد وجد أنه رغم انخفاض كفاءة التديون كمبيد لبيض الأكاروس ، إلا أنه يؤثر على حيوية البيض الموضوع بواسطة الإناث التى تعرضت لمتبقى المبيد . ويتوقف عدد البيض الحى الموضوع على طول فترة تعرض الإناث لمتبقى المبيد . ويمكن القول عموما بأن طور البيضة فى كل من الحشرات والأكاروس أكثر مقاومة لفعل المبيدات الفوسفورية ، عند مقارنته بالأطوار الاخرى .

طريقة فعل المبيدات الفوسفورية Mode of action of Organophosphates

هناك العديد من الدراسات التى تناولت طريقة فعل المركبات الفوسفورية العضوية فى الثدييات والحشرات . ويختلف فعل المبيدات الفوسفورية على الجنين عن الأطوار المتقدمة للحشرات والأكاروسات ، وكذلك عن الثدييات . وبدراسة مجموعة الأعراض المتزامنة التى تظهر نتيجة تسمم الثدييات بالمبيدات الفوسفورية العضوية يظهر تراكم مادة الإستيتيل كولين (E ، ch) نتيجة لتثبيط إنزيم الكولين إستريز (ch,E) ويؤدى ذلك إلى حدوث خلل عضلى عصبى يؤدى إلى الموت نتيجة الفشل فى عملية التنفس . وهناك كثير من الاختلافات بين الحشرات والثدييات ، والتى تزيد من صعوبة تفسير طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية على الحشرات وأهمها :

١ - عدم وضوح وظيفة الجهاز الكولينى فى الحشرات .
٢ - الحشرات غير حساسة للحقن بالأسيتيل كولين عكس الثدييات .
٣ - هناك كثير من الإنزيمات بالإضافة إلى إنزيم الكولين إستريز يتم تثبيطها بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية فى الحشرات ، ولم يعرف دورها الفسيولوجى حتى الآن .

ومما لاشك فيه أن فعل المبيدات الفوسفورية العضوية ضد البيض يثير كثيرا من التساؤلات ، فهناك احتمال لموت البيض فى المراحل الأولى من النمو الجنينى ، وقبل تكوين إنزيم الكولين إستريز . وقد أوضح Chadwick عام ١٩٦٣ فعل المبيدات الفوسفورية العضوية ضد البيض على أساس أن هناك جزءًا من السمية يرجع إلى تثبيط إنزيم الكولين إستريز .

ولإيضاح طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية على البيض يمكن تناول العناصر التالية :

١ - خصائص التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية
Characteristics of Organophosphate poisoning

لوحظ أن الجنين المسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية يموت فى المراحل المتأخرة من النمو الجنينى . وقد ظهرت عدة تفسيرات للخصائص المميزة للأعراض المتزامنة ، والتى يفترض فيها موت الجنين نتيجة تحلل طبقة الكوريون ، أو نتيجة تعرض الجنين المباشر للسم . ومع أن الموت فى المراحل المتأخرة لنمو الجنين هو السمة المميزة للمبيدات الفوسفورية العضوية ، إلا أن المعاملة بمبيدى TEPP والباراثيون فى المراحل الأولى للنمو الجنينى قد أدت إلى الموت ، ويرجع ذلك إلى زيادة الجرعة عن الحد اللازم للتسمم . وعليه .. فإن زيادة الجرعة عن المستوى المطلوب قد تحدث الأثر السام . وهذا غير عملى تحت ظروف التطبيق .

٢ - حساسية البيض فى المراحل المختلفة من النمو الجنينى
Susceptibility of eggs at various stages of development

إذا كان الفعل الإبادى للبيض يختص بأجهزة فسيولوجية معينة مثل الجهاز العصبى ، فإنه يمكن القول بأن هناك اختلافات فى مستوى الحساسية تبعا لوجود أو غياب الجهاز المستهدف للمبيد . وقد أظهرت التجارب أن بيض حشرة أبى دقيق الصليبيات المتقدم فى العمر أكثر حساسية ، بمعدل ٣٠ مرة ، عن البيض الحديث الوضع ، وعند ارتفاع تركيز المبيد يموت الجنين فى جميع مراحله . وقد تكون العلاقة غير واضحة بين وقت المعاملة ضد جهاز فسيولوجى معين إذا عوملت المادة السامة فى المراحل الأولى للنمو الجنينى ، وأمكن للجنين الاحتفاظ بالسم خلال مراحل نمو المختلفة كما فى حالة الباراثيون .

٣ - تأثير المعاملة على معدل التنفس — Effect of treatment on respiratory rate

هناك العديد من المحاولات للربط بين أعراض السمية والجهاز البيولوجى المستهدف ، حتى يمكن معرفة فعل المبيد . ولاتظهر أعراض التسمم التى يمكن ملاحظتها فى الأطوار الحشرية المتحركة ، مثل : الهياج والتشنجات والشلل فى الأطوار الساكنة مثل البيضة . وعموما .. يمكن القول بأن معدل الخلل فى أداء الجهاز الحيوى هو انعكاس لمعدل استهلاك الأكسجين فى الكائن الحى . وتدل الدراسات على معدل تنفس البيض المعامل بالمبيدات على أن المعاملة فى الطور المبكر أو المتأخر لاتحدث أى تغير جوهرى فى معدل استهلاك الاكسجين إلا قبل الفقس مباشرة ، حيث ينخفض المعدل بوضوح ، ويحدث الموت بعد عدة أيام من الفقس .

وقد لوحظ أن المعاملة بالباراأوكسون قبل ظهور إنزيم (Ch E) تؤدى إلى انخفاض معدل التنفس . ومن المحتمل أن ينمو الجنين طبيعيا بعد المعاملة . وعند المعاملة المبكرة قد يحدث أحد احتمالين هما :

(أ) إما أن يهاجم المبيد الجهاز المستهدف وقت المعاملة ، ولكن الجهاز لايلعب أى دور حيوى إلا فى المراحل المتأخرة من النمو الجنينى .

(ب) غياب الجهاز المستهدف فى المراحل المبكرة ، وبالتالى يخزن السم حتى ظهور النظام الحيوى داخل الجهاز المستهدف .

ومع المعاملة بالباراثيون استمر الجنين فى النمو ، ولم يحدث أى تغير فى معدل التنفس ، مع زيادة الجرعة ، أما فى الاطوار المتأخرة فقد ارتفع معدل التنفس بشكل حاد مع المعاملة بالمبيد الفوسفورى .

٤ - وجود الكولين إستريز والأسيتيل كولين
Occurrence of cholinesterase & Acetylcholine

أظهرت الدراسات وجود إنزيم الكولين إستريز فى بيض حشرات حرشفية الأجنحة ، ونصفية الأجنحة ، ومستقيمة الأجنحة ، وذات الجناحين . ويبدأ نشاط الإنزيم فى منتصف مرحلة النمو الجنينى ، ويزداد معدل النشاط حتى الفقس . وقد ثبت وجود الأسيتيل كولين ، ولم يعرف على وجه التحديد وقت ظهور إنزيم الكولين إستريز فى المراحل الأولى من النمو . ومازالت العلاقة بين ظهور إنزيم الكولين إستريز ومرحلة النمو الجنينى غير واضحة . فقد يظهر الإنزيم قبل مرحلة البلاستودرم ، وقد يرتبط بمرحلة تكوين الجهاز العصبى ، وإلى الآن لم يعرف على وجه التحديد كيفية تتابع التكوين المورفولوجى والبيوكيميائى للجهاز العصبى فى الجنين ، وكذا الوقت التى تكون فيه هذه التكوينات قادرة على الأداء الوظيفى ، وهذه تحتاج إلى مزيد من الجهد فى الدراسة والبحث .

٥ - تأثير المعاملة على الكولين إستريز والأسيتيل كولين
Effect of treatment on cholinesterase and acetyl choline

أوضحت الدراسات على تأثير معاملة البيض بالمبيدات الفوسفورية العضوية أن تثبيط إنزيم (C hE) هو أحد سمات تتابع عملية التسمم . ومن البديهى أن تثبيط (Ch E) يكون مصحوباً بارتفاع مستوى (A Ch) . وقد تفسر هذه المظاهر الفعل المتأخر وحدوث الموت فى نهاية مرحلة النمو ، وذلك عند المعاملة فى المراحل المختلفة للنمو الجنينى . ويعمل تثبيط إنزيم الكولين إستريز على إزالة الجهاز المسئول عن التحكم فى مستوى (A Ch) . ويكون معدل (A Ch) بعد المعاملة بقليل غير كاف لإظهار السمية . ومع استمرار النشاط المرتبط بالأداء العضلى العصبى للجنين الكامل النمو يرتفع مستوى (A Ch) حتى

يصل إلى حد السمية . وهذا الافتراض يؤكد وجود نظام كوليني قادر على الأداء الوظيفى بالجنين . ومع ذلك لايمكن إهمال التأثير التثبيطى للمبيدات الفوسفورية العضوية على الإستريزات الأخرى .

٦ - الإستريزات الأخرى Other esterases

تركزت الدراسات على مدى تثبيط إستريزات الجنين بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية . وقد أظهرت طرق التحليل المتقدمة وجود العديد من الإستريزات فى جنين الحشرات ، والتى يتم فيها تغيرات كثيرة خلال عمليات النمو الجنينى . وتختلف مكونات الحشرات من الإستريزات . وقد يوضح ذلك إمكانية التوصل إلى مبيدات متخصصة .

ولم يعرف حتى الآن الارتباط الوثيق بين الإليستريزات وكذا الإستريزات العطرية ، وبين العمليات الفسيولوجية للجنين . وهناك بعض المحاولات التى أجريت لإيجاد علاقة بين تثبيط أو تنشيط هذه الإستريزات وارتباطها بأعراض التسمم . وقد وجد أن بيض حشرة **O. fasciatus** المقاوم للباراثيون يحتوى على العديد من الإستريزات ، بعضها قد يعمل على تحليل السم مائيا . ولو أن الدراسات على تمثيل الباراثيون فى بيض هذه الحشرة توضح أن فقد السمية قد لا يكون العامل المسئول الذى يعزى إليه انخفاض درجة الحساسية .

وقد لوحظ من خلال الدراسات التى أجريت على دور الإستريزات فى إحداث التسمم لجنين **O. fasciatus** بالمبيدات الفوسفورية العضوية تثبيط كل من (Ch E) ، (Ali E) ويرجح ارتباط (Ch E) بإحداث التسمم ، بينما لاتؤثر المبيدات الفوسفورية العضوية على الإستريزات العطرية .

٧ - امتصاص ـــ نفاذ ـــ تمثيل السم فى البيضة
Uptake, Penetration and Metabolism of toxicant by the egg

لوحظ من خلال الدراسات اختلاف حساسية كثير من بيض الحشرات لمبيد الباراثيون . وقد يعزى هذا الاختلاف إلى واحد أو أكثر من العوامل الآتية :

١ - معدل الامتصاص .

٢ - معدل نفاذ المبيد خلال الكوريون .

٣ - معدل تحويل المبيد إلى مثبط نشط .

٤ - فقد السمية .

٥ - فشل المبيد فى الوصول إلى الهدف .

٦ - حساسية الهدف للمثبط .

وقد تركزت الدراسات على العوامل الثلاثة الأولى . وقد اختلف معدل امتصاص الباراثيون فى بيض أربعة أنواع حشرية ، حيث لوحظ وجود رواسب أولية للمبيد بدرجة عالية على سطح البيضة ، كما اختلف معدل النفاذية . ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيب الكوريون والطبقات الليبيدية المرتبطة به . وقد أظهرت الدراسة تمثيل الباراثيون إلى مثبط نشط ؛ مما يمكن معه إهمال هذا العامل فى اختلاف درجة الحساسية .

وقد أثارت استجابة بيض **O. fasciatus** لمبيد الباراثيون مزيدا من الاهتمام ، حيث يعتبر بيض هذا النوع غير حساس للباراثيون رغم موت حورياته بمجرد فقس البيض المعامل . وقد لاحظ **O' Brien & Smith** أن عدم حساسية البيض للباراثيون لايعزى إلى عدم قدرة المبيد على النفاذية ، حيث وجدت تركيزات معينة من البارأوكسون داخل البيضة ، ولو أن هذه التركيزات أقل من تلك الموجودة فى الأنواع الحساسة . وفى السنوات الأخيرة عومل البيض بتركيزات منخفضة من الباراثيون ، ولوحظ أن عدم حساسية هذه الأنواع يرجع إلى انخفاض مستوى نفاذية المبيد ، مع بقاء معدلات مميتة من الباراثيون على سطح البيضة يظهر تأثيرها وقت الفقس . ولا يتفق ذلك مع النتائج المتحصل عليها بإزالة المبيد من على سطح البيضة قبل الفقس مباشرة ، حيث أوضحت الدراسة أن إزالة المبيد قبل الفقس مباشرة يبطل مفعوله مع التركيزات المنخفضة . وعلى العكس من ذلك .. يحدث الموت بعد إزالة المبيد عند وجوده بالتركيزات العالية . وبناء على ذلك .. يمكن القول بأن الباراثيون فى هذا النوع من البيض يخترق الكوريون ببطء شديد ، ويستمر تراكمه داخل البيض إلى أن يصل للتركيز القاتل . والتركيزات المنخفضة من المبيد غير كافية للوصول إلى الحد الكافى لموت الجنين . ولكن قد تبقى كميات قاتلة على سطح البيضة ، ومع ذلك لم يعرف بعد سبب ظهور المبيد القاتل ، والذى تمكن من الوصول للجنين بعد الفقس فقط .

مدى اختلاف طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية فى طور البيضة عن الأطوار الأخرى

والآن نصل إلى السؤال الرئيسى وهو : هل تختلف طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية فى طور البيضة عن الأطوار الأخرى ؟

مما سبق .. يتضح أن تثبيط إنزيم (ChE) بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية لاتعتبر الطريقة الوحيدة لفعلها ، وذلك بدليل أن هناك إمكانية لموت البيض فى الأطوار المبكرة قبل تكوين (Ch E) . ومن المعروف أن (Ch E) يظهر فى منتصف فترة النمو الجنينى . ومن المحتمل أن يظهر قبل هذه الفترة ، ولكن بكميات صغيرة لايمكن تقديرها . ويمكن تفسير موت البيض فى الأطوار الأولى من النمو الجنينى للأسباب الآتية :

(أ) توجد إستريزات أخرى خلاف (Ch E) لها أدوار حيوية فى عمليات النمو الجنينى .

(ب) للمبيدات الفوسفورية العضوية القدرة على تثبيط العديد من الإستريزات الحيوية .

(جـ) يعتبر إنزيم (Ch E) ، والذى يوجد فى المراحل المتأخرة من النمو الجنينى أكثر الإستريزات حساسية للتثبيط .

(د) قد يكون للجرعات المنخفضة من المبيد تأثيرًا مميتاً إذا وجد إنزيم (Ch E) ، وذلك فى المراحل المتأخرة من النمو الجنينى .

(هـ) قد تؤثر الجرعات العالية من المبيد على الإستريزات الأقل حساسية ، والموجودة فى جميع مراحل النمو الجنينى . وبذلك قد يحدث الموت فى المرحلة المبكرة من النمو الجنينى .

ويعتمد الافتراض الذى يرجح التثبيط بفعل إنزيم (Ch E) على النقاط التالية

١ – تؤدى المعاملة المبكرة للبيض إلى استمرار النمو حتى المرحلة التى يوجد فيها إنزيم (Ch E) ، ومادة (Ach) .

٢ – يصحب تثبيط إنزيم (Ch E) ارتفاع مستوى (A ch) .

٣ – ترتبط أعراض السمية بتثبيط (Ch E) فى الحالات الشاذة لجنين *O. fasciatus* .

٤ – تعتبر مركبات (A ch) ، (Ch E) أجهزة فسيولوجية ذات حيوية هامة ، ولو أن دورها غير معروف تماما فى جنين البيضة .

٤ – المبيدات الكلورينية والسيكلودايين
Chlorinated hydrocarbons & Cyclodienes

تستخدم المبيدات الكلورينية ، مثل : الـ د.د.ت ومشتقاته ، والسيكلودايين ، مثل : الألدرين ، والديلدرين ، والهبتاكلور ، والاندرين لمكافحة الحشرات التى تهاجم الثدييات ، بالإضافة إلى حماية النبات من حشرات التربة والآفات التى تصيب المجموع الخضرى للنبات ، ولم تستخدم هذه المركبات كمبيدات بيض . وهناك محاولات قليلة لإيضاح طريقة فعلها على طور البيضة . وعموما .. انخفض دور هذه المجموعة من المبيدات فى برامج المكافحة فى السنوات الأخيرة ، نظرا لثبات متبقياتها ولمقاومة الحشرات لفعلها السام .

وقد أظهرت الدراسات المعملية انعدام تأثير مركب الـ د.د.ت وغيره من مركبات السيكلودايين على بيض فراشة Oriental fruit moth ، بالمقارنة مع طورى اليرقة والحشرة الكاملة . بينما أظهرت بعض التجارب قدرة الاندرين ، وال د.د.ت واللندين كمبيدات بيض لبعض أنواع حرشفية الأجنحة ، خاصة التى تصيب القطن ، وذلك عند استخدام تركيزات مطابقة للظروف الحقلية . ويستمر البيض المعامل بهذه المبيدات (فى أى مرحلة من النمو) فى التطور والنمو الجنينى حتى الفقس ، وعند هذه المرحلة يحدث الموت . وقد يفشل أو ينجح الجنين فى الفقس وفقا لمستوى الجرعة المعاملة . ولم

يعرف بعد طريقة فعل هذه المركبات على الجنين . وقد ينحصر التأثير على الجهاز العصبى (الحبل العصبى المركزى أو الأعصاب الطرفية أو كليهما) .

٥ - الكاربامات Carbamates

يرتبط الفعل الإبادى لمبيدات الكاربامات بقدرته على تثبيط إنزيم الكولين إستريز بالحبل العصبى ، كما تعمل مبيدات الكاربامات على خفض نشاط إنزيم (Ali E) فى الحشرات . وحتى الآن لايعرف الدور الرئيسى لكل من الإنزيمين فى إحداث الفعل السام ، ولا توجد دراسات كافية توضح طريقة فعل هذه المجموعة من المبيدات ضد بيض الحشرات .

ويعتبر الكارباريل Carbaryl (السيفين) مبيد بيض فعالاً ضد أنواع كثيرة من حرشفية الأجنحة . ويختلف مستوى الحساسية باختلاف الأنواع الحشرية . وكما فى المبيدات الفوسفورية العضوية .. يتم النمو الجنينى للبيض المعامل بالكاربامات طبيعيا حتى قبل الفقس بقليل حيث يتم الموت . وعلى العكس من ذلك .. لايؤثر الدايمتان Dimetan على بيض بقة حشيشة اللبن الكبيرة ، وذلك عند معاملته فى صورة أبخرة . ويحدث فقد للسمية لكثير من مركبات الكاربامات فى الأطوار الحشرية الأخرى . ولم تعرف على وجه التحديد النظم الميكانيكية المسئولة عن الهدم ، ولكن يمكن الإشارة إلى وجود مثل هذه النظم الهادمة فى طور البيضة ، حيث تنعدم فاعلية العديد من هذه المركبات على طور البيضة .

طريقة فعل مبيدات الأكاروس ضد البيض The ovicidal action of acaricides

ظهرت خطورة الأكاروسات كآفات فى السنوات الأخيرة ، وارتبط ذلك مع ظهور المبيدات الحشرية العضوية المصنعة . ويرجع ذلك إلى مقاومة الأكاروسات لفعل مجاميع مختلفة من المبيدات ، بالإضافة إلى حدوث خلل فى التوازن الطبيعى نتيجة القضاء على الأعداء الحيوية للأكاروس بفعل المبيدات العضوية . وقد استخدمت زيوت البترول ، ومركبات الداى نيترو ، وبعض المبيدات الفوسفورية العضوية فى برامج مكافحة بيض الأكاروسات التى تصيب النبات . وتتميز المبيدات الأكاروسية ذات الفاعلية على البيض بتخصصها العالى ، حيث إنها لا تؤثر على كثير من الحشرات .

وعموما .. يمكن القول بأن مبيدات بيض الأكاروسات أكثر انتشارا من مبيدات الحشرات ؛ فقد استمرت فاعلية زيوت البترول ضد بيض الأكاروس لمدة طويلة . واستخدمت مركبات الداى نيترو على نطاق محدود ، بالمقارنة بالزيوت البترولية . كما لوحظ أن كثيراً من المركبات العضوية المصنعة قد أظهر تأثيرات عالية كمبيدات لبيض الأكاروس .

ولم تعرف حتى الآن طريقة فعل مبيدات بيض الأكاروس على وجه التحديد . وقد وجد أن كثيراً من مبيدات الأكاروس تتميز بقدرتها على اختراق البيضة ، وقتل الجنين فى المراحل الأولى من النمو .

وقد يحدث التسمم بفعل الأبخرة أو بفعل المتبقيات الموجودة على سطح البيضة . وقد وجد أن معاملة إناث الأكاروس بالتديون تدفع الأنثى إلى إنتاج بويضات غير خصبة .

وكما فى الحشرات .. يلاحظ أن الأطوار المختلفة من الأكاروس تظهر درجات متفاوتة من الحساسية تجاه المبيد . وقد أظهرت الدراسات على الأكاروس ذى البقعتين أن طور البيضة هو أكثر الأطوار مقاومة ، بينما كان أكثرها حساسية فى حالات قليلة . وتتميز أكاروسات النبات بميلها الواضح لإظهار المقاومة لفعل المبيدات ، حيث تظهر المقاومة أولا للمبيدات الأكاروسية غير المتخصصة ، مثل المبيدات الفوسفورية العضوية ثم للمبيدات الأكاروسية المتخصصة . وقد تظهر المقاومة فى طور البيضة لبعض المبيدات الأكاروسية ذات التأثير الواضح على هذا الطور (مثل الباراثيون ضد بيض الأكاروس ذى البقعتين) . ويتميز الأكاروس بالتخصص للمجاميع الكيميائية ، حيث تختلف درجة الحساسية داخل المجموعة الواحدة من المبيدات ، ويظهر اتجاه واضح لإحداث المقاومة . وعموما .. تحتل مبيدات البيض موقعا متميزا فى مكافحة الأكاروس .

موت الجنين قبل الفقس مباشرة **Mortality preceding eclosion**

من الملفت للنظر أن تعريض الأجنة لضغط ما يؤدى غالبا إلى وصولها لمرحلة اكتمال النمو الجنينى ، ثم تموت قبل الفقس مباشرة . ويحدث هذا إما نتيجة الاستجابة لفعل المعاملة بمبيدات البيض ، أو نتيجة لضغوط أخرى غير طبيعية مثل مستوى الرطوبة غير المناسب . ويبدو أن هناك تفسيرًا لهذه الحالة عند تعريض البيض للمبيدات الفوسفورية (انظر الجزء الخاص بطريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية ضد البيض) . ومازال تفسير ذلك تحت ظروف الضغوط الأخرى مجهولا .

من المعروف أن نشاط الجنين العضلى الذى يسبق عملية الفقس يزيد من الضغط على الكائن الحى ، ويؤدى ذلك إلى وجود رابطة ضعيفة تتكسر تحت الحمل الزائد . وتلعب الإنزيمات دوراً هاما فى تنظيم عملية الفقس ، كما تعمل المبيدات على تثبيط عمل هذه الإنزيمات . ويختلف ذلك عن فعل الزيوت البترولية على البيض ، والتى لايعتمد دورها على التثبيط الإنزيمى . وقد يكون ارتفاع الاستفادة من الغذاء المخزن ، وبالتالى نفاذ الإمداد الغذائى أحد تفسيرات موت الجنين قبل الفقس مباشرة .

أهم دراسات تقيم مبيدات البيض فى مصر

زاد الاهتمام بمبيدات البيض فى مصر فى السنوات العشر الأخيرة ، خاصة ضد بيض دودة ورق القطن . وقد أظهرت الدراسات التى أجراها الجندى وآخرون عام ١٩٧٦ كفاءة البيرثرويدى SH 1647 كمبيد لبيض حشرة دودة ورق القطن . ومن الجدير بالاهتمام تلك الدراسة التى أجراها العتال وآخرون عام ١٩٨٣ ، والتى أظهرت الكفاءة الكاملة للزيوت المعدنية المختبرة كمبيدات بيض دودة

ورق القطن . وهذا الاتجاه جدير بمزيد من الدراسة لميزاته المتعددة من الناحية التطبيقية . كما وجد زيدان وآخرون عام ١٩٨٥ أن المبيد الكارباماتى (كارتاب) ذو تأثير فعال كمبيد لبيض دودة ورق القطن . وكانت العلاقة بين عمر البيضة ومستوى حساسيتها للمبيد المستخدم علاقة ايجابية ؛ أى أن البيض المتقدم فى العمر أكثر حساسية لمبيد الكارتاب ، بالمقارنة بالبيض الحديث الوضع . كما أوضحت نتائج التجارب التى أجراها عبد المجيد وآخرون عام ١٩٨٦ أن المبيد البيرثرويدى الفينفاليرات ، هو أكثر المبيدات المختبرة كفاءة ضد بيض دودة ورق القطن ، يليه المبيد الفوسفورى السيانوفوس ، ثم المبيد الكارباماتى كارتاب جدول (٦ - ١) . وقد تطابقت نتائج العلاقة بين عمر البيض ومستوى حساسيته للمبيدات ، مع ما وجده زيدان وآخرون عام (١٩٨٥) . كما أجريت دراسة مقارنة لثلاثة أنواع من الزيوت المحلية أوضحت كفاءة الزيت المعدنى (K_4) ، ولم يكن لعمر البيض عند تقيم كفاءة الزيوت المعدنية أى تأثير على مستوى الحساسية . وقد أعطى خلط المبيدات المختبرة مع الزيت المعدنى (kz 4) تأثيرا مقويا لبعض الخلطات ، خاصة عند نسبة ت ق ٢٥ : ت ق ٢٥ ، وذلك للمبيدات الثلاثة المختبرة .

جدول (٦-١) : دراسة مقارنة لكفاءة بعض المبيدات الحشرية ، والزيوت المعدنية ضد بيض دودة ورق القطن .

المبيد	التركيز الكافى لقتل ٥٠٪ من البيض (بالجزء فى المليون)		
	بيض عمر يوم	بيض عمر يومين	بيض عمر ثلاثة أيام
الكارتاب	١٤٥	١٣٥	٧٨
الفينفاليرات	١٠٠	٥٠	٣٠
السيانوفوس	١١٠	٦٠	٧٢
kz oil (1)	١٠٩٣	٦٤٦	١٤٧٣
kz oil (2)	٤٩٩	٨٠٨	٧٦٠
kz oil (4)	٣٢٩	٣٤٨	٣٢٩

رابعا : إمكانيات استخدام مبيدات البيض فى المستقبل Prospect and pormise

من الممكن تفادى المشاكل القائمة فى مجال التطبيق ، والتى نواجهها الآن بحيث يمكن الحصول على مكافحة ناجحة وفعالة ، وذلك بالقضاء على ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، وتفادى التأثيرات الضارة على الحيوانات النافعة ، وحل مشاكل المتبقيات . وينحصر الأمل فى برامج التحكم

المتكامل للآفات (IPM). وكلما ضاقت الفجوة بين الأمثل والمتاح أمكن التوصل إلى المكافحة الناجحة .

من المفيد أن يؤخذ فى الاعتبار كل طور من أطوار الآفة لتحديد أكثرها حساسية وقابلية للتأثر بالمبيد . وفى هذه الحالة يمكن استخدام مبيدات البيض بكفاءة تامة ، حينما يكون طور البيضة أكثر الأطوار تأثراً بالمبيد الكيميائى . ويتطلب ذلك معرفة دورة حياة الحشرة (مدة الجيل ــ مكان التواجد ــ حساسية طور البيضة) .

من الضرروى حدوث تقدم ملموس فى اختيار أفضل المبيدات كفاءة ضد البيض ، وأكثر صور المستحضرات فاعلية وأماناً . ولا يمكن القول بأن جميع مبيدات البيض تصلح للتطبيق الحقلى عدا مبيدات بيض الأكاروس التى تستخدم الآن على نطاق واسع . ومن المعروف أن صورة المستحضر قد تؤثر بوضوح على فعل المبيد ضد البيضة ؛ لذا يجب التوصل إلى مبيدات لها صفة الجهازية ، حتى يمكنها أن تصل إلى الجنين بسرعة . وقد تلقى المعلومات المتاحة عن دور الكوريون فى امتصاص ونفاذ السم الضوء على المستحضرات المناسبة لخفض مستوى التركيز المستخدم فى التطبيق . وقد أظهرت بعض مبيدات البيض كفاءة عالية عن طريق فعلها الجهازى ، وأتاح استخدامها إمكانية كبيرة فى مجال التطبيق الحقلى .

ويعتبر غطاء محلول الرش من العوامل المحددة فى مكافحة بيض بعض الآفات ، خاصة الأكاروس الأحمر الأوروبى ، حيث تصاحب التغطية الضعيفة رواسب من المبيد غير كافية لإحداث الفعل السام بالإضافة إلى تساقط كميات كبيرة من محلول الرش بعيدا عن الهدف . وهنا تلعب طريقة التطبيق دورا هاما فى هذا الصدد . ويجب ان تتلافى براج المكافحة فى المستقبل حدوث ظاهرة المقاومة ، وكذا التأثيرات الضارة للحيوانات والحشرات النافعة ، بالإضافة إلى حل مشاكل المتبقيات . وتظهر مبيدات البيض كأحد الحلول المقترحة للتغلب على هذه المشاكل . ومن الواضح أن كثيرًا من الكائنات الحية لها القدرة على مقاومة فعل المبيدات أكثر من الأخرى . وبنفس الكيفية .. فقد تحدث المقاومة لمجموعة من المبيدات دون الأخرى . ومن المعتقد حتى الآن أن ظاهرة المقاومة فى طور البيضة عملية نادرة الحدوث . وقد أظهرت الدراسات أن الحشرات والأكاروسات لاتظهر مقاومة لمجموعتين معروفتين من مبيدات البيض ، هما : الزيوت البترولية ومركبات الداى نيترو . وقد يتيح ذلك إمكانية استخدامها فى المستقبل ، خاصة مع قدرتها الإبادية العالية وأمانها على النبات .

وعند التعرض لمشاكل المتبقيات .. فإن اختيار المبيد المناسب ، وتحديد الفترة بين المعاملة والحصاد يعملان على تخفيف حدة وخطورة المتبقيات ، حيث يمكن استخدام الزيوت البترولية ، ومركبات الداى نيترو فى بداية الموسم دون ظهور أى مشاكل للمتبقيات . ويمكن التجاوز عن معاملة نهاية الموسم التى تظهر فيها مشاكل المتبقيات عند حصاد المحصول . وعموما .. يمكن القول بأن استخدام مبيدات البيض فى بداية الموسم تقلل الحاجة للمعاملة مرة أخرى فى نهاية الموسم ، وهى الفترة التى تظهر فيها مشاكل المتبقيات (وقت الحصاد) .

يعتبر تأثير المبيد القاتل للكائنات الحية ، والحيوانات غير المستهدفة من المشاكل المرتبطة بالمكافحة الكيميائية . وقد تنخفض هذه التأثيرات مع استخدام المبيدات الحشرية المتخصصة ، ومع إجراء المعاملة عندما تكون الحيوانات غير المستهدفة أقل عرضة للمبيد . ومع تركيز معاملة المبيد على الهدف . فالبيض الساكن فى فصل الشتاء يكون أكثر عرضة وقابلية للتأثر بالمبيد ، وذلك حينما تكون الكائنات غير المستهدفة بعيداً عن مكان المعاملة . وعلى سبيل المثال .. تؤدى المعاملة المحلية (الموضعية) إلى خفض التأثير على الكائنات الاخرى ، وذلك عند مكافحة ثاقبات أشجار الخوخ ، والتى يمكن مكافحتها بمعاملة البيض مرة واحد مباشرة فى منطقة محدودة على جذوع الأشجار . ومن هنا يمكن أن نعتبر أن زمن ومكان المعاملة ، واختيار المبيد المناسب ضمانات هامة لعدم ظهور أى تأثيرات ضارة على الكائنات الأخرى . وقد يكون استخدام مبيدات البيض هو السبيل الوحيد لتحقيق هذه الغاية .

مما سبق يتضح أن هناك إمكانيات كبيرة لاستخدام مبيدات البيض ضمن برامج التحكم المتكامل للآفات للوصول إلى مكافحة ناجحة وفعالة حتى يمكن تجنب كثير من المشاكل المعقدة التى ظهرت فى السنوات الأخيرة . ومازال الأمر يتطلب كثيرا من الجهد فى هذا المجال حتى تحتل مبيدات البيض مكانها الطبيعى كأحد عناصر التحكم المتكامل للآفات .

الفصـل السابـع

مانعـات التغذيـة

أولاً : مقدمـة
ثانياً : تقسيم مانعات التغذية وفقاً للتركيب الكيميائى
ثالثاً : طريقة فعل مانعات التغذية
رابعاً : مراحل تقييم مانعات التغذية
خامساً : التأثيرات المختلفة لمانعات التغذية

الفصـــل الســـابع

مـانعـــات التغـــذيـة
Antifeedants

أولاً : مقدمـــة

تعتبر مانعات التغذية أحد الاتجاهات الحديثة فى المكافحة ، والتى ظهرت فى أوائل الستينيات بغرض حماية المحصول من مهاجمة الآفة . وهى تختلف فى ذلك عن المبيدات الحشرية فى كونها لاتؤدى إلى القتل المباشر للآفة ، أو طردها ، بينما يرجع تأثيرها إلى قدرتها على منع تغذية الآفة ، وبالتالى تموت الحشرة نتيجة الجوع إذا لم تجد عائلاً آخر ؛ وبذا يمكن حماية المحصول أو منتجاته . ويتمتع استخدام مانعات التغذية ، فى برامج التحكم المتكامل للآفات ، بسمات معينة تضاعفت من ضرورة الاهتمام به ؛ حيث إنه يقدم الحماية للمحاصيل المتخصصة ، ويجنب كذلك الضرر للكائنات غير المستهدفة ، وهذه ميزات هامة لايمكن تجاهلها . ومع ذلك فقد تكون هذه الوسيلة شركًا أو خداعًا لايمكن إدراكه . ولاتعطى التجارب المعملية عادة الصورة الحقيقية بالمقارنة بتجارب الحقل ؛ حيث إن التوصل إلى نتائج طيبة داخل ظروف المعمل يحكمه غياب العائل الآخر ، بينما فى الحقل تكون الحشرة حرة الحركة والتجول من مكان لآخر ، وبالتالى قد تتمكن من العثور على بعض العوائل الأخرى كالحشائش مثلاً فتتمكن من تفادى أثر المانع . وقد تموت الآفة نتيجة فشلها فى العثور على عائل آخر تتغذى عليه .

تعريف مانعات التغذية — Definition of antifeedants

تشير الدراسات القديمة لهذه المركبات على أنها مواد طاردة Repellents . ولكن اصطلاح Antifeedant لايعنى الطرد بدليل أن الحشرة لاتبتعد عن السطح المعامل . ويلى ذلك استخدام اصطلاح آخر هو فاقد للشهية Appetite anorexient ، وهو اصطلاح غير دقيق حيث إن شهية الحشرة لاتتأثر فى وجود الغذاء الملائم . كما أُطلق أيضًا اصطلاح طارد للتذوق Gustatory repellent ، وهذا الاصطلاح لايدل على طريقة تأثير هذه المركبات ؛ حيث إن الطرد هنا يعنى اتجاه الحشرة بعيداً عن المصدر الغذائى المعامل . وقد اقترح العالم Dethier وآخرون عام ١٩٦٠ استخدام اصطلاح مانع ، أو عائق التغذية Feeding deterrent ، وهو أكثر المصطلحات قبولا . وفى عام ١٩٦٥ ذكر Frazer تعبير

Rejectant ، وهو يعنى الرفض أو النبذ . وتعتبر اصطلاحات Antifeedant , Rejectant ، من أكثر المصطلحات المستخدمة قبولاً فى الوقت الحاضر . وعمومًا .. يمكن تعريف مانعات التغذية بأنها عبارة عن المواد الكيميائية التى تمنع بدء ، أو استمرار تغذية الحشرة على العائل المناسب ، ولايهم أن تكون هذه المواد ذات تأثير طارد أو سام .

نبذة تاريخية عن مانعات التغذية

يعتبر مركب .Z.I.P (ملح خارصينى مشتق من حمض Dimethyl dithio carbamic acid) من أول المركبات التى استعملت كمانعات للتغذية ، حيث استخدم لمنع الفئران والغزلان من التغذية على قلف وبراعم الأشجار فى فصل الشتاء . وهذه المادة سامة جدًا للنبات ، خاصة عند استعمالها على المجموع الخضرى ، وهى لاتؤثر على الحشرات . وفى عام ١٩٢٨ (قبل استخدام Z.I.P) ، ظهر مركب Mitin FF كمانع لتغذية يرقات فراشة الملابس . وفى عام ١٩٣٢ اختبر Metzger & Grant حوالى ٥٠٠ مادة كيميائية ضد حشرة الخنفساء اليابانية **Popillia japonica** ، ولم تكن النتائج مشجعة . كما كان ظهور مركب 24055 عام ١٩٥٩ بداية لانطلاق استخدام مانعات التغذية فى مجال مكافحة الآفات الزراعية . وفى عام ١٩٦٢ لفت Pradhan وآخرون الأنظار إلى قيمة مستخلصات شجرة الزنزلخت **Azadirachta indica (Neem)** فى منع تغذية الجراد الصحراوى ، ويعتبر هذا الاكتشاف أفضل ما تم تحقيقه فى مجال مانعات التغذية ذات الأصول الطبيعية . وقد لاحظ Chapman عام ١٩٧٤ أن اختبار كفاءة المادة المانعة للتغذية ضد عدد كبير من الآفات يعتبر عملية غير مجدية ، وذلك بسبب الاختلافات فى درجة استجابة الأنواع للمواد النباتية الثانوية ؛ مما يدعو إلى البحث عن مانعات تغذية متخصصة ضد آفات معينة .

ويمكن القول من خلال الدراسات المتاحة إن للآفة المتخصصة (ذات التغذية الخاصة) عدداً محدودا من العوائل . وقد يكون السير فى هذا الاتجاه أكثر تحقيقًا للهدف المنشود من استخدام مانعات التغذية لمكافحة الآفة . وأظهرت الدراسات أن عدد مركبات مانعات التغذية الفعالة للجراد قليل العوائل ، (الجراد الأفريقى) **L. migratoria** ، يبلغ أربعة أضعاف الجراد عديد العوائل (الجراد الصحراوى) **S. gregaria** . وعمومًا .. تكون هذه الكيميائيات المانعة للتغذية فعالة عند حدود التركيزات المنخفضة . ومن الجدير بالذكر أن المركبات المانعة للتغذية للجراد الأفريقى ، تكون فى نفس الوقت منبهة للتغذية Phagostimulant للجراد الصحراوى ، وذلك حتى إذا أظهر مركب A zadirachtin فعلاً استثنائيًا كمانع للتغذية ضد حشرة الجراد الصحراوى . ولعل ذلك يوضح ضرورة عدم إهمال الأنواع عديدة العوائل الغذائية فى اختبارات مانعات التغذية .

يجب أن يتم التركيز فى البحث عن المركبات الفعالة ذات المجاميع الكيميائية الخاصة ، مثل : مجاميع Terpenoid ومن أمثلتها مركب Azadirachtin وهو مركب ثلاثى التربينويد Triterpenoid ، وقد وجد حديثًا أن أشجار الزنزلخت تحتوى على أكثر من ١٢ مركبًا مشابهًا له ، منها مركبان ذوا تأثير

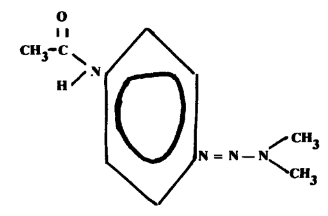
انع للتغذية . وقد أظهرت الدراسات أن بعض مانعات التغذية ثنائية التربينويد لها تأثير فعال ضد حشرة دودة ورق القطن . ولعل وجود اللاكتونات فى العائلة المركبة Compositae يدعو إلى التركيز على هذه المجموعة من الكيميائيات فى الدراسة . ومن الضرورى الاهتمام بمجموعة البيرثرويدات المخلقة من حيث أثرها المانع لتغذية الحشرات .

ثانيًا : تقسيم مانعات التغذية وفقًا للتركيب الكيميائى

تتميز مانعات التغذية عن غيرها من الاتجاهات الحديثة بتاريخها التطبيقى ، وذلك منذ استخدامها لحماية الملابس من الآفات (wright عام ١٩٦٣) . ومن الواضح أن هذه المجموعة من المركبات ، التى تتميز بالقدرة على منع تغذية الآفات ، ذات مدى واسع جدًّا من حيث تركيبها الكيميائى . ومن أهم المجموعات التى تندرج تحتها هذه المركبات ما يلى :

١ - مجموعة مركبات ثلاثية الآزين Triazenes

يندرج مركب 4'-(3,3-dimethyl-1-triazeno) Acetanilide - (Ac - 24055) تحت هذه المجموعة . وقد خرج هذا المركب من النطاق التجريبى إلى التطبيق الحقلى . وهو مركب صلب عديم الطعم والرائحة ، يتحلل بسرعة فى الوسط الحامضى ، ويتحول لونه إلى اللون الداكن ، تعتبر سميته للثدييات متوسطة حيث إن LD_{50} للفئران عن طريق الفم = ٥١٠ مجم/ كجم ، بينما تصل فى الأرانب إلى ١٤٠٠ مجم/ كجم . وليس له تأثير مهيج للجلد أو العين ، أو تأثير ضار على النبات فى حدود الجرعات المستخدمة ، ويمكن إنتاجه بسهولة وبتكاليف اقتصادية بسيطة . وهى مادة غير متخصصة ؛ حيث تؤثر كمانع للتغذية على الخنافس ، والسوس ، والصراصير ، ويرقات حرشفية الأجنحة . وليس لهذه المادة تأثير ضار على الأعداء الحيوية ، أو النحل . ومخلفاتها غير سامة . وقد أظهرت تجارب المعمل أن هذا المركب فعال جدًّا كمانع للتغذية ضد العديد من الحشرات التى تتغذى على الأسطح ، ولكنه أقل فاعلية ضد الحشرات التى تتغذى على الأنسجة العميقة . ولم يدخل هذا المركب مجال التطبيق الواسع لضعف قدرته على حماية النموات الجديدة ، وعدم قدرته على تخلل السطح المعامل .



Organotins ٢ – مجموعات مركبات القصدير العضوية

استخدمت هذه المجموعة من المركبات كمبيدات فطرية فى البداية . وقد أشار Ascher إلى أنه لمركب البرستان Brestan (أحد أعضاء هذه المجموعة) القدرة على منع تغذية الحشرات على النباتات المعاملة وذلك عند استخدامه كمبيد فطرى . وقد أظهرت الدراسات تفاعل هالوجينات مركبات القصدير العضوية ببطء مع الماء على النحو التالى :

R3 Sn CL + HOH → R3 Sn OH + H CL

وترجع خاصية منع التغذية إلى الكاتيون +$(C_6H_5)_3Sn^+$ ، أما تأثير الأنيون فهو ضعيف . وقد أعطت هذه المجموعة من المركبات نتائج طيبة فى المعمل والحقل ضد خنفساء الكلورادو ، ويرقات درنات البطاطس ، دودة ورق القطن ، اللودة القارضة . ومن أهم مركبات هذه المجموعة : الديوتير Du-Ter ، البرستان Brestan ، البرستانول ، الديوتيرتيترا ، والبلكتران . وتتميز هذه المجموعة عمومًا بقدرتها الإبادية للفطر ، والنيماتودا ، والقواقع ، والحشرات ذات الفم القارض بجانب أثرها التعقيمى ضد بعض الحشرات .

Sn — O — C(=O) — CH_3

Fentin acetate
(Brestan)

Sn — OH

Fentin hydroxide
(Du — Ter)

[ ]$_3$ Sn. OH

Trichclohext tin hydroxide
(Plictran)

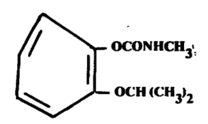
Sn — CL

Triphenyl chloride
(Brestanol)

(بعض مركبات القصدير العضوية)

٣ – مجموعة الكاربامات Carbamates

استخدمت مجموعة الكاربامات أساسًا كمبيدات حشرية . وقد أجريت العديد من التجارب التى أظهرت قدرة مركبات الثيوكاربامات على منع تغذية خنفساء البقول المكسيكية ، وخنفساء الكلورادو ، والخنفساء اليابانية . كما أظهرت مجموعة من مركبات الفنيل كاربامات كفاءة واضحة فى منع تغذية يرقات السبخة المالحة Salt marsh ، وذلك بعد المعاملة بـ $\frac{١}{١٠}$ الجرعة المميتة . ومن أبرز مركبات هذه المجموعة مركب البيجون (Propoxur) ، الذى أظهر قدرات عالية كمانع للتغذية ضد العديد من الحشرات ذات الفم القارض . ومركب البايجون ، رمزه C11 H15 N O3 ، الاسم الكيميائى (O-isopropxy phenyl) - N - methyl carbamate ، وزنه الجزيئى ٢٠٩,٢ ، مسحوق بلّورى عديم اللون ، يذوب فى الماء بنسبة قليلة جدًا ، ويذوب فى معظم المذيبات العضوية . يتحلل فى الوسط العالى القلوية – وتوجد المادة التجارية فى صورة مسحوق قابل للبلل بتركيز ٥٠٪ ، أو فى صورة مركزات قابلة للاستحلاب (٢٠٪) أو محببات (٦,٥٪) . الجرعة الفمية للفئران LD_{50}= ٩٠ – ١٢٨ ملليجرام/ كجم .



وقد أظهر مركب البايجون صفات جهازية كمانع للتغذية ضد سوس اللوز عند معاملتها بجرعة من ٤٠ – ١٠٠ جزء فى المليون . أما عند خفض الجرعة إلى ٥ – ٢٠ جزء فى المليون ، أعطى المركب حماية جزئية فقط . ويعتبر هذا المركب من المركبات النادرة التى لها صفات جهازية كمانعات تغذية .

٤ – المستخلصات النباتية Botanical extracts

من المعروف أن اختيار الحشرة عديدة العوائل لعائلها النباتى يعتمد إلى حدٍّ كبير على توزيع الكيميائيات الطاردة والمانعة للتغذية فى المملكة النباتية . وعلى سبيل المثال .. فقد وجد Jermy عام (١٩٦٦) عند اختبار أنواع مختلفة من الحشرات على ١٠٠ نوع نباتى إن النباتات التى لم تتغذ عليها الحشرة أو تغذت عليها بكميات قليلة ، تحتوى على مركبات مانعة للتغذية . كما اختبر مايقرب من ٢٠٠ مادة كيميائية نباتية ثانوية من حيث تأثيرها المانع للتغذية على النطاطات والجراد ، وقد أحدثت غالبية هذه المركبات نقصًا فى القدرة الغذائية للأنواع التى تتغذى على النجيليات ، مثل الجراد الأفريقى ، بينما أثر عدد قليل منها على الجراد الصحراوى (عديد العوائل) النباتية .

وكحقيقة عامة .. فإن الحشرات العديدة العوائل النباتية تعتبر أقل حساسية تجاه مانعات التغذية عند مقارنتها بالحشرات القليلة العوائل النباتية .

لكثير من المستخلصات النباتية تأثير طارد للحشرات ، ولبعضها قدرة على منع تغذيتها ، وقد أظهر مركب البيرثرم صفاته الجيدة كطارد للتذوق ضد حشرة الجلوسينا . كما أمكن عزل وتعريف مركب 6- methoxy benzoxazolinone (MBOA) ، وهو مستخلص من نباتات الذرة المقاومة لدودة الذرة الأوروبية . ويوجد هذا المركب على حالة جلوكوسيد يطلق عليه (DIMBOA) . وينطلق هذا المركب بالفعل الإنزيمي إلى مكان الضرر الناشىء من التغذية ، ثم يتحول ببطء إلى مركب (MBOA) . وقد أشار Klum وآخرون عام ١٩٦٧ إلى أن معظم التأثير المانع للتغذية فى النبات إنما يرجع إلى مركب (DIMBOA) بدرجة أكبر من مركب (MBOA) .

وقد لوحظ حديثاً أن لمركب (Juglone) تأثيراً مانعاً للتغذية ضد خنافس اللحاء والصرصور الأمريكى . وتحتوى بعض النباتات على مركبات غير سامة تتميز بأثرها المانع لتغذية الحشرات ، وبعض الحيوانات وذلك لطعمها غير المرغوب . وقد أمكن تعريف مركبين ذوى تأثير مانع للتغذية ، هما (Plumbagin) وتم عزله من جذور النبات الطبى Plumbago capensis ، والثانى (Polygodial) وتم عزله من براعم نبات Polygonum hydropiper .

CH_3O ... O, N, C = O

(DMBO)

O, OH, O

(Juglone)

O, CH_3, OH, O

(plumbagin)

CHO, CH_3, CHO, H, H, CH_3, CH_3

(Polygodial)

٥ – المركبات المتنوعة Miscellaneous

وهى مجموعة من المركبات غير متشابهة ، ولاتنتمى إلى أى من المجموعات السابقة ، كما تتميز بقدرتها على منع تغذية بعض الحشرات . وقد وجد Dethier عام ١٩٤٧ أن مركب ستيارات النحاس ، وكلوريد الزئبقيك يعتبران مركبين طاردين للتذوق ضد يرقات Tent caterpillar . كما أشار Tahori وآخرون عام ١٩٦٥ إلى وجود كثير من المواد المنظمة لنمو النبات ، والتى تمنع تغذية يرقات دودة ورق القطن عند استخدامها بمعدلات عالية نسبيًا على المجموع الخضرى للقطن ، أو عند غمس أوراق القطن فى محلول المركب . ومن أهم هذه المركبات : الكارفدان Carvadan ، الفوسفون – Phosfon ، السيكوسيل Cycocel ، البى نين B- nine . ولقد أظهرت الدراسات أن مركب الفوسفون هو أكثرها فاعلية حيث أعطى تأثيراً مانعاً لتغذية يرقات دودة ورق القطن بلغ ٨٩٪ عند غمر أوراق القطن فى محلول تركيزه ٤٠٠٠ جزء فى الميون ، بينما أعطى تركيز ٤٠٠ جزء فى المليون نسبة منع للتغذية بلغت حوالى ٣٥٪ . وعند المعاملة الحقلية لأوراق نبات الفلفل والفول السودانى بمحاليل من الفوسفون تركيزها ١٢٠٠ ، ٤٠٠ جزء فى المليون على الترتيب ، أمكن منع تغذية يرقات دودة ورق القطن على هذه النباتات .

وهناك مركب يخضع لهذه المجموعة من المركبات المتنوعة ، وهو ينتمى أصلاً إلى المبيدات الحشرية والأكاروسية وهو مركب Chlordimeform (Galecron ، أو Fundal) وقد أظهر قدرات عالية كمانع لتغذية يرقات دودة ورق القطن .

$$\left[\text{Cl-C}_6\text{H}_3\text{(CL)-CH}_2\text{PBU}_3 \right]^+ \text{CL}^-$$

(Phosfon)
(Chlorphonium chloride)

$$\text{Cl-C}_6\text{H}_3\text{(Me)-N = CHNMe}_2$$

(Chlordimeform)

$$\text{CL CH}_2\text{N}^+\text{Me}_3\text{CL}$$

(Cycocel)
(Chlormequat chloride)

$$\text{Me}_2\text{N.NH.}\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}}\text{.CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}}\text{OH}$$

(B-nine, Alar)
(Daminozoide)

ثالثاً : طريقة فعل مانعات التغذية Mode of action of antifeedants

تشرع الحشرات ذات الفم القارض فى التغذية بالقرض على السطح ، فإذا كانت منطقة القرض مقبولة لديها ، كررت العملية . أما إذا كانت المنطقة غير مستساغة لدى الحشرة ، حاولت القرض فى مناطق أخرى ، أو توقفت عن التغذية ، وقد تترك النبات لتحاول مرة ثانية على نبات آخر . وقد تؤدى هذه الاستجابة للتغذية فى النهاية إلى موت الحشرة نتيجة الجوع . وعمومًا .. تتم تغذية الحشرة طبيعيًا على ثلاث مراحل متتابعة .

١ – المرحلة الأولى : الاتجاه والانجذاب نحو الغذاء Orientation or attraction

عندما تتاح للحشرات فرصة المفاضلة والاختيار بين نوعين من الغذاء ؛ أحدهما معامل بمانع التغذية ، والآخر غير معامل ، يلاحظ عدم وجود أية اختلافات فى الاتجاه والانجذاب نحو كل من الغذائين ، أى أن فرصة اتجاه الحشرات نحو أحدهما تكون متساوية (افتراض نظرى) ، حيث تتوزع الحشرات المختبرة نظريًا بالتساوى على كل من الغذاء المعامل وغير المعامل .

٢ – المرحلة الثانية : الشروع فى القرض Biting

وفيها تشرع الحشرات التى اتجهت إلى كل من الغذاء المعامل وغير المعامل فى القرض . ويظهر الاختلاف بينهما فى مدى استمرار عملية القرض ؛ حيث تتوقف الحشرات التى اتجهت نحو الغذاء المعامل عن القرض ، بينما تستمر الحشرات التى اتجهت نحو الغذاء غير المعامل فى القرض بشكل طبيعى .

٣ – المرحلة الثالثة : الابتلاع أو الاستمرار فى التغذية
Swallowing or sustained feeding

يكمن الفرق بين الحشرات التى تعرضت لغذاء معامل ، أو غير معامل أساسًا فى هذه المرحلة حيث تتوقف الحشرات التى شرعت فى القرض عن التغذية تمامًا على غذاء معامل ، بينما تستمر الحشرات الأخرى فى التغذية على الأسطح غير المعاملة . ويلاحظ وجود قضمات صغيرة جدًا على أسطح الأغذية المعاملة ، وذلك لتجول الحشرة ومحاولاتها العديدة فى القرض من مناطق مختلفة .

عمومًا .. تحتاج الحشرة إلى ثلاثة عناصر رئيسية حتى تتم عملية التغذية بشكل طبيعى ، وهى :

(أ) وجود أعضاء الحس ، أو منبهات التذوق .

(ب) غياب مثبط التنبيه ، أو المؤثر المانع للتغذية .

(جـ) يلزم أن تكون الحشرة فى حالة الجوع .

وتشير الدلائل إلى أن مانعات التغذية تعمل على تثبيط فعل المستقبلات الحسية الكيميائية الخاصة بالتذوق Gustatory sense organs (Chemoreceptors) ، والموجودة فى منطقة الفم ، فتفقد الحشرة تنبيه التذوق ، ويؤدى ذلك إلى فشلها فى التعرف على السطح المعامل أو غير المعامل ؛ مما يؤدى إلى توقفها عن التغذية ، ثم تستمر فى التجول بحثًا عن مصدر غذائى آخر . وقد أظهرت بعض الدراسات صدق هذه النظرية ، لأنه إذا لم يلامس مانع التغذية هذه المستقبلات الحسية ، فسوف تستمر الحشرة فى التغذية بشكل طبيعى . وقد أجريت بعض التجارب المعملية على مركب (24055) بوضعه فى تجويف الفم مع تجنب ملامسته لأعضاء الحس الخاصة بالتذوق ، ولم يظهر أى فعل مانع للتغذية ، كما أن حقن هذا المركب فى فراغ جسم الحشرة ، أو غمر الحشرة فى محلول المركب باستثناء منطقة الرأس لم يعط أى تأثير مانع للتغذية .

كما وجد Frankel & Waldbaur عام ١٩٦١ فى دراستهما على يرقات حشرة الدخان أن المستقبلات الحسية الموجودة فى الفك السفلى هى التى تنظم عملية التغذية ، وذلك بالإدراك الحسى للمواد المانعة للتغذية ، أو بواسطة التنبيه التلقائى للجهاز العصبى حتى يثبط ، أو يمنع التغذية إلى أن يتم حدوث تنبيه كامل ببداية التغذية عند توفر الظروف المناسبة .

وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة أن مركب البرستان لايعمل مباشرة على المستقبلات الحسية الخاصة بالتذوق ، والموجودة فى منطقة الفم ليرقات دودة ورق القطن ، ولكنه يصبح فعالاً كمانع للتغذية عند حقنه مباشرة فى الدم . وقد لوحظ انخفاض نشاط إنزيمات الأميليز والبروتيز فى القناة الهضمية ، فى دراسات أخرى ، كنتيجة لمعاملة السطح الغذائى بمركبات القصدير العضوية رغم أن هذه المركبات لاتعتبر مثبطات ذات فعل مباشر على هذه الإنزيمات . وعلى العكس من ذلك .. فقد وجد أن مركب (24055) يحدث تأثيره المباشر على الحشرة عند ملامسته لأجزاء الفم ، ولايحدث أى فعل مانع للتغذية بعد حقنه فى دم الحشرة ، كما سبقت الإشارة إلى ذلك . وقد أظهرت الأبحاث أيضاً أن لمركبات Azadirachtin تأثيراً مباشراً على مستقبلات الحس الخاصة بالتذوق فى الجراد الصحراوى ، وتوجد هذه المجاميع الحسية التى تتأثر بهذا المركب على السطح الداخلى للملمس الشفوى .

وفى دراسة لنشاط مانعات التغذية Clerodin ، Chlordimeform لوحظ عند معاملتها قمياً ضد يرقات الدخان (تمت المعاملة للشعيرات الحسية الكيميائية الخاصة بالتذوق والرائحة) أن مكان التأثير يختلف باختلاف المركب ، فبينما كان تأثير مركب Clerodin على الملامس الفكية ، كان تأثير Chlordimeform فى منطقة اللسان ؛ أى أن أعضاء الحس الكيميائية توجد فى هذه المناطق بدرجات مختلفة من الحساسية للمواد الكيميائية المستخدمة . ويُترجم ذلك فى صورة حركات متباينة لأجزاء الفم ، وقرون الاستشعار المتأثرة بمانعات التغذية . وتصدر هذه الحركات عن أعضاء الحس الكيميائية المتأثرة بمانع التغذية ، وتقوم بنقلها إلى الجهاز العصبى المركزى الذى ينقلها بدوره إلى الأعصاب الطرفية ، ثم إلى مناطق الحركة . ومن الجدير بالذكر أن هذه المركبات عديمة التأثير على

معدل نشاط إنزيم الكولين إستريز ، وذلك عند استخلاصه من رؤوس يرقات العمر الخامس لحشرة الدخان .

رابعا : مراحل تقييم مانعات التغذية

١ - التقييم الحيوى الأولى The initial bioassay

رغم إمكانية التحكم فى التقييم الحيوى المعملى ، إلا أنه من المفضل اختبار المادة الكيميائية على العائل النباتى ، وذلك للتعرف على أهمية المواد المنبهة للتغذية على العائل النباتى ، وغيره من العوائل المتداخلة التى قد تؤدى إلى إظهار الفعل التنشيطى للتغذية ، وذلك مقارنة باستخدام الغذاء الصناعى تحت الظروف المعملية . وعلى سبيل المثال .. تم اختبار ثلاثة مركبات ضد الجراد الرحال الأفريقى وأظهرت تأثيرًا ضعيفًا على العائل النباتى مقارنة برقائق دقيق القمح الذى يتميز بقيمته الغذائية العالية .

جدول (٧-١): التأثير التنشيطى للتغذية (٪) للجراد الرحال لثلاثة مركبات نباتية اختبرت على رقائق دقيق القمح ، وأوراق القمح .

المركب وتركيزه (٪ وزن جاف)		٪ تثبيط فى التغذية مقارناً بغير المعامل	
		رقائق دقيق القمح	أوراق القمح
هالوستاكين	٠,٠٢٥	٩٨	٤٨
بيرلولين	٠,٢٥	٧٦	٢٥
حمض التنيك	٥	٦٤	٤

ولا تصلح اختبارات Choice tests إلا للحشرات المتحركة ، رغم اعتبار ذلك طريقة عامة فى التقييم الحيوى . وحينما تستطيع حشرة ما التفضيل بين الأوراق المعاملة وغير المعاملة ، فلن تدخل فى مرحلة الجوع ، أو الصيام ؛ حيث إن المركبات الكيميائية تحت الاختبار تعطى تأثيرًا أقوى مما لو كانت هناك حالة المفاضلة . وقد ظهرت نفس المشكلة فى التجارب الحقلية الصغيرة ؛ حيث أدى عدم وجود الأفضلية إلى تحرك الحشرة وحرية تجوالها . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى على مانعات التغذية ، أن تتم المعاملة على نباتات حية نامية ؛ حيث إن قطع أوراق النبات قد يغير من قدرة الحشرة على الاستساغة Palatability ، وقد يؤدى ذلك إلى ظهور حالات الحرمان الغذائى Food deprivation ، والنقص الغذائى ، خاصة الماء فتبطل التأثيرات المانعة للتغذية فى بعض الحالات .

وتؤدى ظاهرة التعود Habituation على المركب الكيميائى المانع للتغذية إلى تخفيف حدة تأثيره التثبيطى . فقد أظهرت الدراسات التى قام بها Gill عام (١٩٧٢) أن تعريض الجراد الصحراوى لمادة Azadirachtin ، لمدة تسعة أيام على غذاء صناعى ، أظهر تأثيرًا أقل كمانع للتغذية ، مقارنًا بالتغذية على نفس المادة يوميًا لمدة أربعة ساعات .

٢ - العوامل النباتية Plant factors

يعتبر تأثير مانعات التغذية الضار على النبات من أهم المشاكل الحيوية . وتوفر الاختبارات الأولية كثيرًا من الجهد إذا كان لمانع التغذية أثر ضارٌ ، وسام على النبات المعامل . وهناك بعض النباتات الحساسة جدا لمركبات القصدير العضوية ، بينما لم يعرف على وجه التحديد تأثير المستخلصات الطبيعية الضار للنبات . ومن الصعب التغلب على هذه المشكلة أو تجنبها ؛ حيث إن المركبات الثانوية المستخلصة من نبات ما قد تؤثر عكسيًا على نمو نوع آخر من النبات ومن هذه المواد Phenolics ، Monoterpenoids ، وهناك مواد ضارة أخرى . لذا .. يقوم منتجو النبات بالتخلص منها . وقد توجد هذه المواد فى الحويصلات ، والعصارة اللبنية ، والشعيرات ، وغيرها من الغدد الخاصة ، أو على الأسطح الشمعية . وإذا لم يتم التخلص من هذه المواد احتاج النبات إلى طرق ميكانيكية خاصة للتحمل .

ويرتبط مدى الحاجة لرش مانعات التغذية القادرة على النفاذ داخل أنسجة النبات بما سبق ، حيث تتيح الصفة الجهازية الحماية للنموات الجديدة ، وإذا لم تكن لها هذه الصفة الجهازية ، فإن النموات الجديدة تصبح أكثر عرضة للإصابة حيث تمد الحشرة بغذاء مستساغ . لذا .. فإن استخدام مانعات التغذية غير الجهازية يكون محدودًا بالفترات التى ينخفض فيها معدلات النمو النباتى . وعلى الجانب الآخر ، نجد أنه إذا كانت المادة المانعة للتغذية ، ذات الأصل الطبيعى ، والتى تتميز بالنشاط البيولوجى تتمتع بصفة الجهازية ، فإن هناك فرصة كبيرة لإحداث آثار جانبية ضارة للنبات ، أو قد تتعرض لأى تغير كيميائى من قبل النبات.. ومن الجدير بالذكر أن المركبات المستخلصة من أشجار النيم ، والتى تتميز بالانتقال الجهازى لم تحدث أية أضرار على النباتات المعاملة . وهذه نقطة تحتاج لجهد علماء الكيمياء الحيوية لمعرفة أنواع المركبات التى تتمكن من النفاذ ، والسريان داخل النبات دون إحداث أية تغيرات كيميائية .

٣ - التقييم الحقلى الواقعى Realistic field trials

بينما يهتم معظم علماء الكيمياء بفصل وتعريف ودراسة المركبات ذات الأصل الطبيعى ، يعمل علماء الحشرات على إجراء اختبارات التقييم ضد كثير من أنواع الحشرات ، على الرغم من أن هذه الدراسات تحتاج إلى الرؤية الصائبة ، ومعرفة الأسس العلمية التى تتعلق بالنبات تحقيقًا لنتائج طيبة فى الاختبارات الحقلية . وحتى تكتمل عناصر التقييم الحيوى لابد من إجراء الاختبارات الحقلية وهى

صعبة التنفيذ ، وذات تكاليف عالية وتحتاج إلى تخطيط بحثى على درجة عالية من الدقة . وقد أظهرت مستخلصات أشجار النيم ، فى التجارب المعملية قدرة على منع تغذية حوالى ٥٠ نوعًا من الحشرات عديدة العوائل النباتية ، بينما كانت التجارب الحقلية غير مقنعة . وقد ذكر Ketkar عام (١٩٧٦) أن هناك سبع حالات لم تظهر تأثيرًا إيجابيًا تحت الظروف الحقلية ، بينما أظهرت بعض الحالات تأثيرًا إيجابيا محدودًا وذلك تحت ظروف نصف حقلية (نباتات فردية فى أصص مغطاة تحت ظروف الحقل) .

أجرى Ladd ، Jacobson & Buvill عام (١٩٧٨) بعض الاختبارات على مستخلصات بذور النيم ضد الخنفساء اليابانية ، وذلك باستخدام بلوطات تتكون من ٤ – ٥ نباتات . وكانت النتائج جيدة ، مع حدوث ضرر محدود للنباتات المعاملة (الضرر ميعاد للإصابة الحشرية) ، بينما كان مستوى الضرر عالٍ جدًا فى النباتات المقارنة . وتتمتع الخنافس اليابانية بالحركة النشيطة ، والقدرة على الانتقال من النباتات المعاملة إلى النباتات المقارنة . ولكن ما هى النتيجة المتوقعة إذا عوملت مساحات كبيرة من النباتات المزروعة ؟ من المتوقع أن يحدث بعض التغذية على النباتات المعاملة ، ومن البديهى أن يقل معدل منع التغذية إلى حد ما نتيجة التجويع ، وتلك نقطة فى غاية الأهمية ، ويجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند تصميم التجربة . ومن الضرورى كذلك اختيار مساحات واسعة حتى نحصل على نتائج واقعية . وبالرغم من التكلفة العالية إلا أن تأثيرها على المدى الطويل سيحقق ميزات أفضل . وكلما كانت الحشرة أكثر حركة ، تطلب الأمر زيادة مساحة القطعة المختبرة .

ويعتبر توافر تعداد كافٍ من الآفة وقت إجراء التجربة من أهم العناصر المطلوبة فى التجارب الحقلية ، حيث إن انخفاض تعداد الحشرة وقت التجربة قد يعزى لأسباب كثيرة ، وقد يعطى نتائج مضللة . ومن بين المحاولات الحقلية الناجحة ، والتى تمت على مساحة واسعة ، هى اختبار تأثير مركبات القصدير العضوية ضد خنفساء الكلوراد وفى أوربا ، وضد دودة ورق القطن فى مصر . ولسوء الحظ .. فإن لهذه المركبات عيوباً كثيرة رغم أنها أدت إلى حماية المحصول .

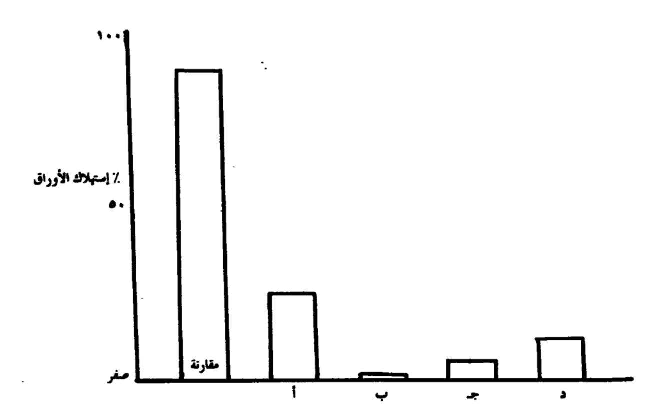
٤ – الثبات الحقلى لمانعات التغذية

Field persistence of sprayed antifeedants

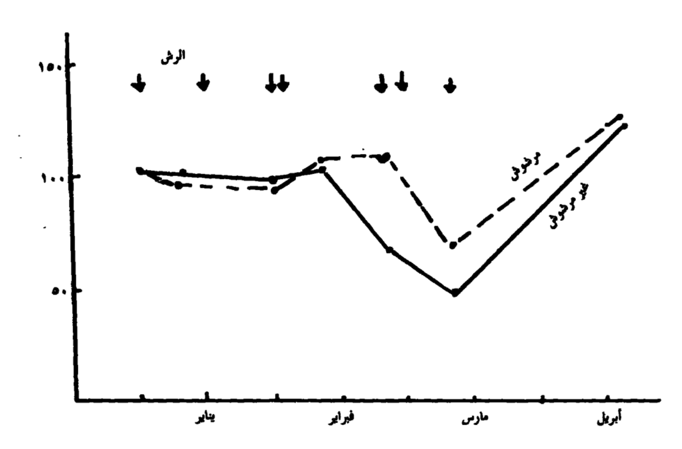
أشار Pradhan وآخرون عام (١٩٦٢) إلى حماية المحاصيل من هجوم الجراد الصحراوى برش مستخلص النيم ، والذى استمر اسبوعين فى حالة غياب المطر . ولايعزى فشل النتائج الحقلية إلى غسل المركب ، ولكن هناك كثيراً من الأسباب التى تؤدى إلى ذلك ، حتى مع وجود الظروف المناخية الملائمة . وقد حققت تجارب التغذية المعملية نجاحًا هائلا ضد الخنافس اليابانية وذلك على مدى أسبوع من الرش ، بالمقارنة بالتجارب المعملية الحقلية التى يلزم فيها رش النبات كل ثلاثة أيام . وفى التجارب التى أجريت بنيجيريا على حشرة Zonocerus variegatus ، كان الرش الحقلى فعالاً حتى

١٢ يومًا من المعاملة ، وذلك عند نقل الأوراق للاختبار المعملى شكل (٧-١) ، بينما أعطى التقييم الحقلى حماية ضعيفة ، بالمقارنة بالتقييم المعملى . وقد كان الاختلاف واضحًا بين المعاملات المرشوشة والمقارنة فى بداية الغزو ، بينما عانت المعاملات المرشوشة من الأضرار بعد أسبوعين من الرش شكل (٧ - ٢) .

مما سبق .. يتضح أن المشكلة لاتنحصر فى عدم الثبات الكيميائى ؛ حيث إن الأوراق المرشوشة والمعرضة فى الحقل تعطى حماية كافية عند نقلها إلى المعمل . ولكن يبدو أن هناك بعض السمات التى تتمتع بها الحشرة فى البيئة الحقلية ، والتى تجعلها أكثر تحملا لعدم الاستساغة Unpalatable ، وربما تكون الاحتياجات المائية للحشرة عالية تحت الظروف الحقلية . وقد يوجد مكون سلوكى هام تحت الظروف الحقلية ، مثل التسهيل الاجتماعى للتغذية Social facilitation of feeding ، أو قدرة الحشرة على التعود Habituation على مانع التغذية الكيميائى . ولايعرف حتى الآن سبب هذا التناقض ، كما تحتاج هذه النقطة إلى مزيد من الدراسة والتركيز .



شكل (٧-١) : مقارنة بين تغذية أوراق Cassava بفعل حشرة Zonocerus variegatus فى المعمل بعد المعاملة بكميات مختلفة من مستخلص النيم . أ = ٢٪ مادة نباتية جافة فى الماء (غمر الأوراق واختبارها على حشرات جائعة) ، ب = مثل أ ولكن باستخدام ٢٪ مادة جافة ، جـ = ٢٪ رش حقل قبل ٦ أيام من الاختبار ، د = ٢٪ حقلى ، والرش قبل ١٢ يومًا من الاختبار .



شكل (٧-٢) : تساقط أوراق نبات Cassava بفعل حشرة Z. variegatus ، فى بلوطات غير معاملة أو مرشوشة بواسطة ٢٪ مستخلص النيم بنيجيريا . تمثل الأسهم تاريخ الرش . يتم هجوم الحشرات فى أواخر يناير .

٥ - ترجمة التجارب إلى التطبيق Logistics

إذا أظهر منتج طبيعى تأثيرًا وفعالية فى التجارب الحقلية الواسعة فهل يمكن القول بأن لهذا المركب إمكانية النجاح فى التطبيق والاستخدام ؟ وهل يحتاج الإنسان إلى مساحات واسعة من النباتات المنتجة لهذا المركب ؟ وما هى إمكانية تخليق هذه المادة بسهولة ؟ . ترتبط معظم المشاكل بالتكلفة الاقتصادية التى تحكمنا فى الوقت الحالى ، والتى قد تكون غير مكلفة فى المستقبل عند إضافة عامل الأمان لها وذلك عند مقارنتها بالبدائل الأخرى لحماية النبات . وعمومًا .. فإن التكلفة تدخل مجال الدراسة فى حالة نجاح التجارب الحقلية المقنعة . وتبرز الآن على السطح ضرورة إيجاد الطرق العملية لوضع استراتيجيات المكافحة فى هذا الاتجاه ، وحل جميع المشاكل المحتمل ظهورها . ومن الصعب الإشارة إلى أن مستقبل هذه الوسيلة من المكافحة غير مشجع ، فالأمر يتطلب مزيدًا من الوقت ، والجهد ، والدراسة المتأنية فى مجال تربية النباتات المقاومة للآفات ، وزيادة مستوى مانعات التغذية الموجودة داخل النبات فعلاً ، والتى تتميز بالجهازية مما يحمى النبات نفسه ذاتيًا .

خامسا : التأثيرات المختلفة لمانعات التغذية

أظهرت مانعات التغذية تأثيرات مختلفة بجانب قدرتها على منع الحشرة من التغذية . ومن أهم هذه التأثيرات التى تم دراستها ما يلى :

١ – التأثير التعقيمى Sterilization effect

تركزت معظم الدراسات الحديثة على الأثر التعقيمى لمركبات القصدير العضوية على كثير من الحشرات ، ومن أهم هذه الدراسات ما يلى :

(أ) وجد Fye وآخرون عام ١٩٦٦ ، وكذا Sidney عام ١٩٦٨ ، أن لبعض مركبات القصدير العضوية القدرة على إحداث الأثر التعقيمى عند إضافتها بتركيزات منخفضة مع الذباب .

(ب) أشار أبو الغار وآخرون عام (١٩٧١) إلى أن لمركب الديوتير أثراً تعقيمياً لدودة ورق القطن عند معاملة المركب على الأوراق بجرعات تحت مميتة . كما انخفضت الكفاءة التناسلية ، وحيوية البيض بشكل ملحوظ عند معاملة الديوتير قميًا وفميًا للحشرات الكاملة لدودة ورق القطن ، وكان التأثير على الذكور أكبر من الإناث .

(جـ) أظهرت التجارب التى قام بها سالم وآخرون عام ١٩٧٦ ، أن معاملة الحشرة الكاملة لدودة اللوز الشوكية بمركب الديوتير عن طريق الفم أدت إلى إنخفاض كفاءة وحيوية البيض ، كما لوحظ أن الفعل التعقيمى لم يستمر خلال فترة حياة الأنثى (مؤقتًا) ، بدليل انخفاض مستوى التأثير على حيوية البيض بمرور الوقت بعد المعاملة . لذا .. يلزم تكرار مرات المعاملة للحصول على عقم دائم . كما أظهرت الدراسة نقص طول الأنابيب المبيضية فى الإناث نتيجة المعاملة ، بينما لم يتأثر حجم الخصيات فى الذكور . كما أدت المعاملة بمركب الديوتير إلى انخفاض معدل نضج البيض ، وارتفاع مستوى تحلل البويضات فى الأنابيب المبيضية ، كما أظهرت نتائج التجارب التى أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٠) كفاءة مركب الديوتير فى خفض الكفاءة التناسلية ، وخصوبة بيض ذبابة الفاكهة عند معاملة المركب مع غذاء اليرقة الصناعى .

٢ – التأثير على معدل استهلاك الأكسجين Fffect on oxygen consumption

من المعروف أن معدل استهلاك الأكسجين فى الحشرات يأخذ شكل الدورات ، حيث يرتبط بمعدل نموها . ففى معظم الحشرات .. يزداد معدل استهلاك الأكسجين فى بداية العمر ، ثم يأخذ فى الانخفاض كلما اتجهت اليرقة إلى نهاية العمر . وفى نهاية الطور اليرقى عندما تبدأ عملية التحول ،

ينخفض معدل استهلاك الأكسجين بوضوح ، ويتبع فى ذلك شكل حرف (u) . وهناك العديد من العوامل التى تحكم هذا المعدل ، منها : الحرارة ، حجم الجسم ، الطور الجنسى . ولاشك أن الأكسجين ضرورى وحيوى لعمليات التمثيل الطبيعية ، إلا أن زيادته عن الحد اللازم قد تكون لها آثارًا جانبية سيئة تؤدى إلى الموت فى النهاية . وقد أظهرت التجارب التى أجريت باستخدام الديوتير ضد العمر الرابع ، والخامس ، والسادس ، وطور ما قبل العذراء لدودة ورق القطن انخفاض معدل التنفس بالنسبة إلى اليرقات المغذاةطبيعيًا .

٣ - التأثير على المحتوى البروتينى — Effect on protein contents

أظهرت التجارب التى أجريت على الحشرات الكاملة ، لدودة ورق القطن باستخدام مركب الديوتير ، انخفاضًا واضحًا فى المحتوى البروتينى لكل من الإناث والذكور بلغ حوالى ٦٧٪ فى الإناث ، ٥٥٪ فى الذكور ؛ أى أن التأثير على الإناث كان أكثر وضوحًا من الذكور ، وقد ينعكس ذلك على الأثر التعقيمى لهذه المركبات لكلا الجنسين . كما أظهرت الدراسات التى أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٠) ، قدرة الديوتير على خفض محتوى يرقات وعذارى ذبابة الفاكهة من الأحماض الأمينية الحرة والمرتبطة .

٤ - التأثير على تمثيل الكربوهيدرات — Effect on carbohydrate metabolism

لاحظ بعض الباحثين أن معاملة القواقع المائية بمركب الديوتير ينبه عمليات تحلل الجلوكوز إلى حمض اللكتيك Glycolysis ، كما يقلل من محتوى الجليكوجين . بالإضافة إلى ذلك .. فإن مركب الديوتير يثبط عمليات الأكسدة الهوائية فى دورة كربس . وقد وجد أن هناك ارتباطًا إيجابيًا بين درجة إنتاج حمض اللكتيك من الجلوكوز ، وسمية الديوتير على القواقع . كما أظهرت الدراسات التى أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٠) ، أن مانع التغذية ديوتير يعمل على خفض كمية السكريات المختزلة فى يرقات وعذارى ذبابة الفاكهة .

٥ - التأثير على مصادر إنتاج الطاقة — Effect on energy production

أثبتت التجارب أن الفعل البيوكيميائى لمانعات التغذية راجع إلى قدرة هذه المواد على وقف فسفرة ADP ، أو ما يطلق عليه اسم الفسفرة التأكسدية Oxidative phosphorylation ، حيث توقف تدخل الفوسفور غير العضوى فى تكوين ATP .

خلائط المبيدات الحشرية ومانعات التغذية
Insecticide - antifeedant Combinations

قد يكون من المفيد خلط مانعات التغذية مع المبيدات الحشرية أحيانًا ، وذلك لتخفيف مستوى

مقاومة الحشرة لفعل هذه المبيدات . وقد أظهرت الدراسات أن خلط الديوتير مع النوفاكرون ، والسيولين ، واللانيت ، والجاردونا ، والتمارون ، والفوسفيل ، والسترولين ، والدورسبان ، والاندرين ، والـ د. د. ت يزيد من سمية هذه المبيدات بمعدل ١,٥ – ٤ أضعاف قوة المبيد ضد يرقات العمر الرابع لدودة ورق القطن (مصطفى – ١٩٧٤) . وقد يعزى ذلك إلى أن مانع التغذية ، الديوتير ، يعمل على منع الحشرة من التغذية ، أوجوعها فتكون أكثر حساسية لأى تأثير سمى ؛ أى أنه يمكن القول بأن للديوتير تأثيرًا مقويًا للمبيدات المختبرة ، وقد ظهر هذا الفعل المقوى بشكل أكبر فى السلالات المقاومة ، بالمقارنة بالسلالة الحساسة ؛ مما يعطى إمكانية كسر مقاومة الحشرات لفعل بعض المبيدات الكيميائية بالخلط مع مانعات التغذية . كما أظهرت الدراسات التى أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٥) ، أن إضافة الديوتير ، أو البرستان إلى مبيد الدورسبان تزيد من إبادته الفورية ، كما تطيل من أثره الباق ضد دودة ورق القطن .

عناصر نجاح مانعات التغذية فى برامج المكافحة المتكاملة

١ – ليس لها تأثير ضار على الأعداء الحيوية ، أو النحل ، وذلك لأن تأثيرها اختيارى مما يرجع استخدامها فى إطار برامج التحكم المتكامل للآفات .

٢ – انخفاض مستوى سميتها على الإنسان وحيوانات المزرعة ، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية ؛ مما يزيد من إمكانية تطبيقها على نطاق واسع .

٣ – تتميز عن المبيدات الحشرية بأنها تمنع تغذية الآفة على السطح المعامل فوراً ؛ وبالتالى تقلل من مستوى الضرر الذى يلحق بالنبات المعامل ، بالمقارنة بالسموم الكيميائية .

٤ – إمكانية خلطها مع بعض المبيدات الحشرية ؛ حيث تزيد من الفعل السام للمبيد الكيميائى بالإضافة إلى فعلها التعقيمى على المدى الطويل .

٥ – أظهرت تجارب قياس مستوى مقاومة الحشرات لفعل هذه المركبات أن الحشرات تبدى مقاومة لفعلها على فترات أطول بالمقارنة بالمبيدات .

الصعوبات التى تواجه استخدامها فى برامج المكافحة المتكاملة

١ – تصلح فقط ضد الحشرات التى تتغذى بالقرض على السطح المعامل (الحشرات ذات الفم القارض) ، ونظرًا لعدم قدرتها على النفاذ والسريان فى العصارة النباتية ، فهى لاتؤثر على الحشرات ذات الفم الثاقب الماص . ولعل التوصل إلى مانعات للتغذية ، لها صفات جهازية ، يعطى هذه المركبات إمكانية أكبر فى التطبيق .

٢ – لابد من توزيع هذه المواد توزيعًا متماثلا ، وجيدًا على السطح المعامل ، بحيث تكون التغطية كاملة تماماً حتى يمكن الحصول على مكافحة مجدية وفعالة ، وذلك لأن عدم التغطية الكاملة يتيح للحشرات فرصة التغذية على الأسطح غير المعاملة ويقلل ذلك من كفاءتها .

٣ – ضرورة إزالة الحشائش تمامًا من الحقل المعامل ، فوجودها يتيح فرصة الانتقال إليها ، والتغذية عليها إذا كانت عوائل غذائية مناسبة .

٤ – لاتجد النموات الحديثة الحماية الكافية ، وقد تمثل هذه النموات بؤرًا لانتشار الحشرات إلى أماكن أخرى . ولعل التوصل إلى مانعات التغذية الجهازية يساعد كثيراً فى حل هذه المشكلة .

ومن الضرورى أن تتجه الدراسات فى المستقبل القريب لإلقاء الضوء على :

١ – العلاقة بين التركيب الكيميائى لمانع التغذية ، ومستوى نشاطه البيولوجى .

٢ – طريقة فعل هذه المركبات مع إجراء مزيد من الدراسات الفسيولوجية الدقيقة لعمليات ، ومراكز الحس المتحكمة فى التغذية .

٣ – عزل وتعريف واختبار بعض مانعات التغذية المشتقة من أصل نباتى .

٤ – محاولة التوصل إلى مركبات مانعة للتغذية لها صفات جهازية .

٥ – دراسة الأثر الجانبى لمانعات التغذية على نمو النبات والمحصول .

٦ – دراسة مستوى مقاومة الحشرات لفعل هذه المركبات .

٧ – أثر هذه المركبات على النشاط الإنزيمى ، والعمليات الحيوية داخل جسم الحشرة ، بالإضافة إلى تأثير مانعات التغذية على المحتوى البيوكيميائى للحشرة .

من العرض السابق .. يمكن القول بأن مانعات التغذية تعتبر مركبات كيميائية تتميز بالتخصص على أنواع معينة من الحشرات ، وتصلح بشكل محدد لحماية الملابس من الآفات ، والحماية ضد النمل ، وحماية منتجات الحبوب المخزونة ، وتحتاج إلى مزيد من الجهد والدراسة حتى يتسع مجال تطبيقها ضمن عناصر برامج التحكم المتكامل للآفات . وللأسف الشديد أوقف استخدام هذه المركبات فى برامج مكافحة الآفات فى مصر للعيوب التى سبقت الإشارة إليها .

الفصـل الثامـن

المكافحـة الذاتيـة

أولاً : التعقيم بالإشعاع
ثانياً : النظرية التعقيمية الأولى (نشر الحشرات العقيمة فى الطبيعة)
ثالثاً : النظرية التعقيمية الثانية (تعقيم الحشرات فى بيئتها الأصلية)
رابعاً : المعقمات الكيميائية
خامساً : أسباب وأنواع العقم
سادساً : الاعتبارات المؤثرة على نجاح التطبيق الحقلى

الفصـــل الثــامـن

المكافحــة الذاتيـــة

Autocidal control

ويقصد بها تلك الوسائل التى تتبع فى القضاء على الحشرة ذاتيًا ، أو بمعنى آخر قدرة الآفة على إهلاك نوعها . وتعتبر هذه الوسيلة من أحدث وسائل المكافحة ، ويتم ذلك بتعقيم الأفراد إما باستخدام الاشعاع Radiation induced sterillzation ، أو باستخدام المواد الكيميائية المحدثة للعقم chemosterilants .

أولاً : التعقيم بالإشعاع Radiation induced sterilization

تعتمد طريقة التعقيم بالإشعاع على استخدام جرعات ملائمة من أشعة جاما لإحداث العقم فى الحشرات ، دون أن تؤثر على حياتها . وهى تعتبر من إحدى الوسائل الحديثة فى مكافحة الحشرات بالرغم من اكتشافها فى عام ١٩١٦ ؛ حيث أشار العالم Runner إلى موت بيض خنفساء السجاير عند تعريضها لأشعة رونتجن ، كما أشار Muller عام ١٩٢٧ إلى حدوث طفرات فى ذبابة الدوروسوفيلا عند تعرضها لهذه الأشعة . وفى عام ١٩٦٠ اقترح العالم Knipling تربية الديدان الحلزونية Cohliomyia hominivorarx على نطاق واسع بمعامل التربية ، وتعريض العذارى (ذكورًا وإناثًا) لجرعات محدثة للعقم من أشعة جاما . وقد أجريت عمليات النشر والإطلاق Release فعلاً بمعدل ٥٠ مليون ذبابة عقيمة أسبوعيًا ، وبلغ ما تم نشره خلال ١٨ شهرًا أكثر من ٢ بليون ذبابة فى مساحة ٧٠٠٠٠ ميل مربع بمنطقة فلوريدا ، وجورجيا ، وألاباما . وتمت إبادة هذه الذبابة من هذه المنطقة تمامًا ؛ مما ساعد على إبادة هذه الحشرة هو أن الأنثى تتزاوج مرة واحدة Monogamous .

الفرق بين المكافحة بالمبيد والمعقم

يعتبر المبيد الحشرى فعالاً عندما يؤدى إلى إزدياد معدل الموت Death rate عن معدل التكاثر Birth rate ؛ مما يؤدى فى النهاية إلى خفض تعداد الحشرة إلى حد أقل من المستوى الاقتصادى للضرر . أما مكافحة الحشرة بالتعقيم ، فإنها تعمل على خفض التكاثر ؛ مما يؤدى إلى انخفاض تعداد الحشرة رغم ثبات معدل الموت .

ومن الجدير بالذكر أن المبيدات الحشرية تعمل على قاعدة يطلق عليها (one - to one correspondance ؛ أى أن الجزء المعامل من العشيرة هو الذى يتأثر بالمبيد دون غيره من باقى أفراد العشيرة التى لم تعامل . بينما تعمل وسائل التعقيم على أساس قاعدة أخرى هى (One - to many correspondance) أى أن جزءًا بسيطاً من المجموع هو الذى يعامل ، ولكن ينتشر مفعول المعقم إلى باقى المجموع فى وقت قصير . ومن الجدير بالذكر أن الحشرات ذات التوالد البكرى لا يختلف فيها تأثير المعقم عن تأثير المبيد الحشرى . ولطريقة التعقيم (سواء بالإشعاع أو الكيميائيات) عدة مميزات من حيث تأثيرها على قدرة الحشرة على التكاثر ، أهمها :

١ – انخفاض الكفاءة التناسلية لمجموعة الحشرات الموجودة فى البيئة لتتساوى مع طريقة استعمال المبيد الكيميائى .

٢ – انخفاض الكفاءة التناسلية بدرجة أكبر ، وذلك عند منافسة الحشرات العقيمة فى التزاوج مع أفراد عادية . ويطلق على هذا اسم التأثير Bonus effect .

٣ – قدرة الأفراد العقيمة على الحركة والنشاط تعطيها قدرة أكبر للتأثير على الأفراد خارج المساحة المعاملة . ويطلق على هذا اسم التأثير المكانى Space effect .

٤ – طول فترة حياة الحشرات المعاملة يعطيها قدرة أكبر للتأثير على أجيال متتالية . ويطلق على هذا اسم التأثير الزمنى Time effect .

الأساس النظرى للتعقيم The sterilization theory

وضع Knipling الأسس النظرية لتعقيم الذكور Sterile - male theory عام ١٩٥٥ ، وشرح فيها نظرية القضاء على الحشرات بإطلاق ذكورها العقيمة بالتفصيل . وقد اعتمد فى دراسته على اتجاهين لإجراء التعقيم فى الحشرات ، وهما :

١ – نشر ذكور معقمة فى البيئة التى تتواجد بها الحشرة ، وفى هذه الحالة تجب تربية أعداد كبيرة من الحشرات فى المعمل وتعقيمها سواء بالإشعاع أو الكيميائيات ، ثم نشرها فى الطبيعة Release .

٢ – تعقيم الحشرة فى بيئتها الأصلية دون الحاجة إلى تربيتها فى المعمل .

ثانياً : النظرية التعقيمية الأولى (نشر الحشرات العقيمة فى الطبيعة)

تعتمد هذه الطريقة على سلسلة من عمليات التربية ، ثم التعقيم ، ثم النشر فى الطبيعة . وتختلط الحشرات العقيمة مع الحشرات الطبيعية ، وتتنافس تزواجيًا . وتعتبر هذه الطريقة أبسط أشكال

التعقيم ، وهى تعتمد على إدخال حشرات عقيمة ذات قدرة تنافسية كاملة مع الحشرات الطبيعية ؛ مما يؤدى إلى انخفاض القدرة التناسلية لأعداد الحشرات الموجودة فى الطبيعة . يتوقف ذلك على نسبة إطلاق الحشرات العقيمة إلى مثيلاتها فى الطبيعة .

(أ) إذا كنت النسبة ١ : ١ ، وللحشرات العقيمة قدرة تنافسية كاملة ، انخفضت القدرة التناسلية للحشرات الموجودة فى الطبيعة بنسبة ٥٠٪ .

(ب) إذا كانت النسبة ٩ : ١ ، انخفضت القدرة التناسلية للحشرات فى الطبيعة بنسبة ٩٠٪ .

١ - تأثير إطلاق الذكور العقيمة فى الطبيعة على الكثافة العددية للحشرة ، ومع فرض ثبات إعدادها

يفترض فى هذه النظرية أن أعداد الحشرات الموجودة فى الطبيعة بمنطقة منعزلة ، وتحتوى على عدد ثابت هو ٢ مليون حشرة بنسبة جنسية(♀١ : ♂١) . وتعتبر هذه النسبة متوازنة مع الظروف البيئية ، والكفاءة الحيوية للحشرة . أى أن أعداد الحشرات الطبيعية مليون ذكر ، ومليون أنثى ، وسيتم إطلاق ٢ مليون ذكر عقيم فى كل جيل بهذه المنطقة لينافس بشكل كامل على التزاوج . وبالمنافسة المتساوية .. نجد أن $\frac{٢}{٣}$ الإناث الطبيعية تتزاوج مع ذكور عقيمة ، بينما ستتاح الفرصة أمام $\frac{١}{٣}$ الإناث الطبيعية للتزاوج مع ذكور طبيعية ؛ أى أن المتبقى فى الجيل الثانى سيكون حوالى $\frac{١}{٣}$ مليون حشرة طبيعية . وإذا ظلت أعداد الذكور العقيمة المطلقة ثابتة (٢ مليون ذكر عقيم) تكون نسبة الذكور العقيمة إلى الإناث الخصبة فى الجيل الثانى هى ٦ : ١ - وعليه .. يتمكن $\frac{١}{٧}$ الإناث الخصبة فقط من إنتاج النسل ؛ مما يؤدى إلى أن تصبح الأعداد فى الجيل الثالث حوالى ٤٧٦١٩ أنثى خصبة ، والتى تبلغ نسبتها إلى الذكور العقيمة حوالى ٤٢ : ١ ؛ أى تصل نسبة العقم إلى ٩٧,٧٪ . ويبلغ عدد الإناث الخصبة فى الجيل الرابع حوالى ١١٠٧ ، كما تصل نسبة الذكور العقيمة إلى الإناث الخصبة ١٨٠٧ : ١ . وهنا لا تنتج أية أنثى خصبة ، وذلك لأن قانون إتاحة الفرصة Law of chance أقل من واحد فى الحشرات الطبيعية (جدول ٨ - ١) .

وتفترض النظرية السابقة ثبات أعداد الحشرات فى الطبيعة ، وهذا لا يحدث إلا نظريًا ؛ إذ أن ما يحدث فى الطبيعة يختلف عن ذلك بكثير ، وذلك لتداخل مجموعة من العوامل المعقدة فى الطبيعة . وعليه .. فقد تختلف أعداد الحشرات بالزيادة أو النقصان . والقول الأقرب إلى الحقيقة ، هو أنه عند

جدول (٨-١) : الانخفاض النظرى فى تعداد الحشرات الطبيعية عند إطلاق أعداد ثابتة من الذكور العقيمة فى كل جيل .

الجيل	عدد الإناث الطبيعية فى كل جيل	عدد الذكور العقيمة التى يتم نشرها	نسبة الذكور العقيمة إلى الخصبة التى تنافس مع كل أنثى	نسبة الإناث الطبيعية التى تتزاوج مع ذكور عقيمة (٪)	العدد النظرى للإناث الناتجة فى كل جيل
الأول	١,٠٠٠,٠٠٠	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٢	٦٦,٧	٣٣٣,٣٣٣
الثانى	٣٣٣,٣٣٣	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٦	٨٥,٧	٤٧٦١٩
الثالث	٤٧٦١٩	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٤٢	٩٧,٧	١١٠٧
الرابع	١١٠٧	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ١٨٠٧	٩٩,٩٥	أقل من فرد

توفر الظروف الملائمة ، تميل أعداد الحشرات إلى الزيادة . ولكن تدخل بعض العوامل يحد من هذه الزيادة . وقد أشار Knipling عام ١٩٦٤ إلى أنه يتوقع زيادة معظم الآفات بنسبة خمسة أضعاف فى كل جيل ، وذلك عند غياب طرق المكافحة المختلفة سواء الزراعية أو الكيميائية .

٢ - عند إدخال الزيادة فى كل جيل بمعدل خمسة أضعاف

وفقًا للافتراض السابق سنجد أن إطلاق الذكور العقيمة بنسبة ٢ : ١ لن يعطى النتيجة المرجوة فى عملية المكافحة . وقد أعد Knipling نموذجًا يبين إتجاه أعداد الحشرات فى الطبيعة عند زيادتها المستمرة ، ويمثل هذا النموذج فى نسبة ٩ : ١ ، وذلك مع افتراض زيادة أعداد الحشرات فى الطبيعة بعد كل جيل بمعدل ٥ أضعاف جدول (٨ — ٢) .

جدول (٨-٢) : إتجاه أعداد الحشرات فى الطبيعة ، مع نشر حشرات عقيمة ، وذلك عند إطلاق الحشرات العقيمة فى الجيل الأول بنسبة ٩ : ١ بالمقارنة بالطبيعية .

الجيل	أعداد الحشرات فى وحدة المساحة			
	عدد الحشرات الخصبة	عدد الحشرات العقيمة	نسبة الحشرات العقيمة إلى الخصبة	عدد الحشرات الناتجة
الآباء	١,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٩	١٠٠٠,٠٠٠
الأول	٥٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ١٨	٢٦,٣١٦
الثانى	١٣١,٥٨٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٦٨	١٩٠٧
الثالث	٥٩٣٥	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٩٤٤	١٠
الرابع	٥٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ١٨٠٠٠٠	صفر

من الجدول السابق يتضح أن إطلاق ٤٥ مليون ذكر عقيم خلال ٥ أجيال يكفى للقضاء على الحشرات بعد خمسة أجيال على النحو التالى : –

١ – يحدث نقص بنسبة ٥٠٪ فى الجيل الأول عن جيل الآباء . .

٢ – ترتفع نسبة النقص بين الجيل الأول والثانى لتصل إلى ٧٤٪ .

مع ملاحظة أن هذه الزيادة فى النقص تزداد بارتفاع نسبة الذكور العقيمة إلى الحشرات الموجودة فى الطبيعة .

٣ – نشر الحشرات العقيمة بعد استعمال المبيد الكيميائى

ترتفع الكثافة العددية لبعض الحشرات فى البيئة ، وتكون مكافحتها بطريقة التعقيم غير فعالة للحد من تعدادها . وعلى ذلك .. يلزم أن تكون الكثافة العددية فى البيئة غير مرتفعة لنجاح عملية التعقيم . كما أنه يلزم أن يتم ذلك فى منطقة منعزلة تقريباً ، وذلك لأنه إذا كانت المنطقة مفتوحة ، فسرعان ما تنتقل الحشرات الطبيعية من البيئات المجاورة ، فتنخفض نسبة الأفراد العقيمة إلى الطبيعية ، وتقل كفاءة المعقم فى خفض تعداد الآفة . ويمكن القول بإمكانية استغلال الفترات التى تكون فيها الحشرات بكثافة عددية قليلة ، نتيجة لعدم ملائمة الظروف البيئية لتكاثرها وتواجدها ، ففى تطبيق التعقيم وذلك لأنه بدون تلك الإمكانية ، فلن تمثل تربية الذكور وتعقيمها ، ثم إطلاقها إلا نسبة ضئيلة بالمقارنة بالمجموع الكلى للآفة فى الطبيعة ، وتنخفض الفاعلية بالتالى إلى حد كبير . وعليه ... يلزم استخدام إحدى طرق المكافحة لخفض تعداد الآفة أولاً ، ثم تتم عملية إطلاق الحشرات العقيمة بعد ذلك . وقد تلعب المبيدات الحشرية دورًا هامًّا فى القضاء على عدد كبير من الآفة عندما ترتفع كثافتها العددية فى البيئة ، ثم يقل التأثير تدريجيًّا كلما انخفض التعداد الآفى فى البيئة .

ويؤدى استعمال المبيدات الحشرية (التى ترتفع كفاءتها عندما تكون الكثافة العددية للآفة عالية) ، مع طريقة التعقيم (التى تكون فعالة عندما تنخفض الكثافة العددية للآفة) فى النهاية إلى الوصول إلى ما يشبه المكافحة المتكاملة . ويوضح الجدول (٨ – ٣) ذلك .

وفى هذه النظرية يتم القضاء على الحشرات باستخدام ثلاث معاملات متتالية من المبيدات الحشرية ، يعقبها إطلاق ٥٠ مليون حشرة عقيمة فى أربعة أجيال ، بالمقارنة بإطلاق ٤٥ مليون حشرة عقيمة

ومن الناحية العملية .. لايكون من الضرورى إطلاق العدد الكبير من الذكور العقيمة كما فى النموذج الثانى (جدول ٨ – ٣) . فإذا انخفض تعداد الحشرات العقيمة التى يتم إطلاقها من ٩

جدول (٨-٣) : الاتجاه النسبى لتعداد الآفة عند تكرار استخدام المبيد الحشرى منفرداً ، مقارناً ببرنامج مكافحة متكامل يستخدم المبيد الحشرى لمدة ثلاثة أجيال ، ويعقبه إطلاق الحشرات العقيمة

الجيل	أعداد الحشرات فى وحدة المساحة		
	معدل الزيادة الطبيعية (٥ أضعاف)	المكافحة بالمبيد (كفاءة المبيد ٩٠٪)	المعاملة بالمبيد يليها إطلاق الحشرات العقيمة
الآباء	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠
الأول	٥,٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠
الثانى	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠
الثالث	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٢٥,٠٠٠	١,١٢٥,٠٠٠:١٢٥,٠٠٠ (فرد عقيم)
الرابع	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٦٢,٥٠٠	١,١٢٥,٠٠٠:٦٢,٥٠٠ (فرد عقيم)
الخامس	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٣١,٢٥٠	١,١٢٥,٠٠٠:١٦,٤٥٠ (فرد عقيم)
السادس	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٥,٦٢٥	١,١٢٥,٠٠٠:١,١٩٠ (فرد عقيم)
السابع	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٧,٨١٢	صفر

ملايين إلى مليون فرد فى بداية الجيل الثالث ، أمكن القضاء التام على الحشرة فى الجيل الخامس باستخدام ٣ ملايين حشرة عقيمة فى ثلاثة أجيال (مليون حشرة فى كل جيل) بدلاً من استخدام ١٨ مليون ذكراً عقيماً فى جيلين . وقد استخدم هذا البرنامج فى القضاء على الديدان الحلزونية .

ثالثاً : النظرية التعقيمية الثانية (تعقيم الحشرات فى بيئتها الأصلية)

تختلف الطرق والقواعد اللازمة لتعقيم الآفة فى بيئتها الأصلية عنها عند تعقيمها بتربيتها فى المعمل ، ثم نشرها فى الطبيعة بنسبة معينة بالرغم من أن كلتيهما .. تؤدى إلى مكافحة الآفة بالتعقيم . فمثلا .. لو فرض إجراء التعقيم لـ ٥٠٪ من الجنسين فى مجموعة من الحشرات ، وتنافست هذه الأفراد العقيمة مع الأفراد الطبيعية ، فسوف تنخفض قدرة الحشرات التناسلية بمعدل ٥٠٪ . وإذا أجرى التعقيم لـ ٩٠٪ من الجنسين ، تنخفض القدرة التناسلية بمعدل ٩٠٪ . فإذا فرض وجود مجموعة حشرية ، تبلغ كثافتها العددية ٢٠ ألف ، واستخدم مبيد كيميائى يؤدى إلى قتل ٩٠٪ من التعداد ، ومعقم يؤدى إلى إحداث العقم بنسبة ٩٠٪ ، ففى حالة استخدام المبيد الكيميائى سوف يتبقى بعد المعاملة $\frac{٢٠٠٠٠ \times ١٠}{١٠٠}$ = ٢٠٠٠ فرد لهم القدرة على التزاوج والتكاثر ، ونشر الضرر على المحاصيل الاقتصادية . أما فى حالة استخدام المعقم الكيميائى ، فسوف تتبقى بعد المعاملة ٢٠٠٠ حشرة طبيعية ، إلا أن هذه الأفراد سوف تتزاوج فى تنافس كامل مع الأفراد العقيمة بنسبة

٩٠٪ ؛ أى أن الأفراد الطبيعية التى من المحتمل أن تعطى أفرادًا خصبة سوف تصل إلى $\frac{١٠\times٢٠٠٠}{١٠٠}$ = ٢٠٠ فرد . ومن هنا يمكن القول بأن استخدام المعقم قد تفوق على استخدام المبيد الحشرى بمعدل عشرة أضعاف . وبالمثل .. إذا كانت نسبة التعقيم ٩٩٪ ، وكذلك نسبة الإبادة للمبيد ، ففى هذه الحالة سيصبح تأثير المعقم مئة ضعف تأثير المبيد . وإذا افترضنا أن أعداد الحشرات تزداد بمعدل ٥ أضعاف ، وأن المبيد أو المعقم تصل فاعليته إلى ٩٠٪ ، فإن جدول (٨-٤) يمثل اتجاه تعداد الحشرات باختلاف طريقة المكافحة .

جدول (٨-٤) : اتجاه تعداد الحشرات مع طرق المكافحة المختلفة .

الجيل	أعداد الحشرات فى وحدة المساحة			
	بدون مكافحة (معدل الزيادة ٥ أضعاف)	المكافحة باستخدام المبيد الذى يقتل ٩٠٪ من التعداد	المكافحة بالمعقم الذى يحدث ٩٠٪ عقم	المكافحة بإطلاق الحشرات العقيمة بنسبة ٩ : ١
الآباء	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠
الأول	٥,٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠
الثانى	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	٢,٥٠٠	١٣١,٥٨٠
الثالث	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٢٥,٠٠٠	١٢٥	٩,٥٣٥
الرابع	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٦٢,٥٠٠	٦	٥٠
الخامس	١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٣١,٢٥٠	صفر	صفر

مقارنة بين الطرق الثلاثة من حيث كفاءتها فى خفض التعداد الحشرى فى الطبيعة

١ - يعطى تعقيم ٩٠٪ من الحشرات فى الطبيعة فى كل جيل تناقصًا هائلًا فى تعداد الحشرات ، بالمقارنة باستخدام المبيدات الحشرية ، وذلك مع أن لكلا الطريقتين صفة واحدة متميزة ، وذلك فيما يختص بثبات التأثير فى كل جيل ، بصرف النظر عن الكثافة العددية . ويكمن الفرق بينهما فى أن طريقة القتل فى المبيدات تظل ثابتة عند ٩٠٪ ، بينما تظل طريقة التعقيم فى الطبيعة ثابتة عند مستوى ٩٩٪ ؛ وذلك للتأثير المكافىء ، والذى يمكن الوصول إليه بالحشرات العقيمة . وبعكس ذلك .. سنجد أن طريقة الإطلاق (عمود ٤) تكون باستمرار أكثر تأثيرًا على أعداد الحشرات فى الطبيعة .

٢ - يلاحظ أن الإطلاق الكافى عند مقارنة نسبة التأثير فى طريقة الإطلاق (عمود ٤) يقلل التعداد إلى ٩٠٪ فى البداية ، وهى نسبة أقل من تعقيم ٩٠٪ من أعداد الحشرات مباشرة فى الطبيعة (عمود ٣) . ويرجع ذلك إلى أن تعقيم الحشرات مباشرة فى الطبيعة يحدث تأثيرًا

مضاعفًا ، وذلك مع أن إطلاق الحشرات العقيمة يعطى تأثيرًا أكثر باستمرار . وبعد عدة أجيال يصبح التأثير فى كلا الطريقتين متساويًا .

٣ – تؤثر طريقتا التعقيم على تعداد الحشرات بطرق مختلفة ، وهناك نجد فيها أن استخدام الطريقتين بالتكامل معًا يستحق مزيدًا من الاهتمام . وعليه .. فإن هناك افتراضًا كاملا باستخدام المبيدات مع إطلاق الذكور العقيمة . وكمثال (بملاحظة العمود الثالث) ، نجد أن تعقيم الحشرات فى بيئتها الأصلية يعتبر اقتصاديًّا أكثر تكلفة من إطلاق الحشرات العقيمة . وذلك حينما تكون أعداد الحشرات فى الطبيعة قليلة إلى الحد النظرى وهو ٥٠,٠٠٠ حشرة . ولابد من إجراء المعاملة الكيميائية لمدة ٥ – ٦ أجيال للوصول إلى نفس الحد باستخدام المبيدات .

رابعاً : المعقمات الكيميائية Chemosterilants

بعد ظهور التعقيم بالإشعاع كوسيلة جديرة بالاهتمام فى مكافحة الآفات ، تطور الاتجاه نحو الحصول على مواد كيميائية لها نفس تأثير الإشعاع ، وذلك فى أوائل الستينات . وقد شجع على الاستمرار فى هذا المجال ، نحو الوصول إلى المعقمات الكيميائية ، تميزها عن الإشعاع بما يلى :

١ – تعتبر المعقمات الكيميائية أقل تكلفة من التعقيم بالإشعاع ، والذى يحتاج إلى أجهزة معقدة ، باهظة التكاليف .

٢ – سهولة الاستعمال بالإضافة إلى عدم تأثيرها على المنافسة التزاوجية غالبًا ، بينما يؤدى الإشعاع فى معظم الأحيان إلى خفض المنافسة التزاوجية للحشرات المعاملة ؛ بالإضافة إلى تأثيره الضار على الخلايا الجسيمة ؛ مما قد يؤدى إلى قتل الحشرة ، أو خفض فترة حياتها .

٣ – يمكن فى حالة المعقمات الكيميائية إجراء عملية التعقيم فى البيئة الأصلية ، بينما يحتاج التعقيم بالإشعاع إلى تربية أعداد كبيرة من الحشرات ، وإطلاقها بعد تعريضها للإشعاع وهى مكلفة اقتصاديًّا ، وذلك بالإضافة إلى أن الحشرات التى تم إطلاقها قد تحدث مضايقات للإنسان .

تعريف المعقمات الكيميائية

تعرف المعقمات الكيميائية بأنها عبارة عن مواد كيميائية تعمل على خفض ، أو إيقاف القدرة التناسلية للكائن الحى . وقد تعمل هذه المركبات كمعقمات للذكور فقط Male chemosterilants ، أو للإناث فقط Female chemosterilants أو لكليهما معًا Male and female chemosterilants . وقد يكون تأثير المعقمات الكيميائية دائمًا Permanent ، أو مؤقتًا Temporary . وقد يظهر تأثيرها مباشرة أو بعد المعاملة بفترة من الوقت . وتتشابه أنواع العقم الناتجة من التعرض للإشعاع إلى حد كبير مع تلك الناتجة من التعرض للمعقمات الكيميائية . لذا ... سوف يتم تناولها بالتفصيل فى نهاية هذه الدراسة .

تقسيم المعقمات الكيميائية وفقًا للتركيب الكيميائى

١ – المركبات الألكيلية	Alkylating agents
٢ – مركبات القصدير العضوية	Organotins
٣ – مضادات التمثيل	Antimetabolites
٤ – المضادات الحيوية	Antibiotics
٥ – القلويدات	Alkaloids
٦ – المتنوعات	Miscellaneous

أهم المعقمات الكيميائية

(أ) المركبات الألكيلية Alkylating agents

تعرف عملية الألكلة Alkylation بأنها عملية إحلال ذرة الأيدروجين فى الجزىء بمجموعة ألكيل . وتختلف المركبات القادرة على إحداث هذا التفاعل اختلافًا واسعًا فى تركيبها ، كما تعتبر قدرتها على التفاعل مع مراكز غنية بالإلكترون هى الصفة الكيميائية الوحيدة التى تتشابه فيها هذه المجموعة من المركبات . وتعتبر المركبات الألكيلية مركبات محبة للإلكترون ؛ حيث تستقبل زوج الإلكترون من الكربون أثناء التفاعل . وتعتبر عملية الألكلة كذلك عملية استبدال مجموعة ألكيل بذرة أيدروجين موجودة على مركب محب للنواة ؛ ولذا تطلق على هذه العملية « الاستبدال المحب للنواة » .

ويعتقد أن التعقيم الناتج من المعاملة بهذه المركبات يرجع إلى ألكلة بعض الأهداف المحبة للنواة ، فتمنع بالتالى استخدامها فى عملية تكاثر الحشرة . وقد أظهرت بعض الدراسات حدوث عملية ألكلة للمكونات الخلوية ، وأهمها DNA ، RNA ، البروتين . ومن الجدير بالذكر أن عملية التعقيم بالمركبات الألكيلية عملية غير عكسية .

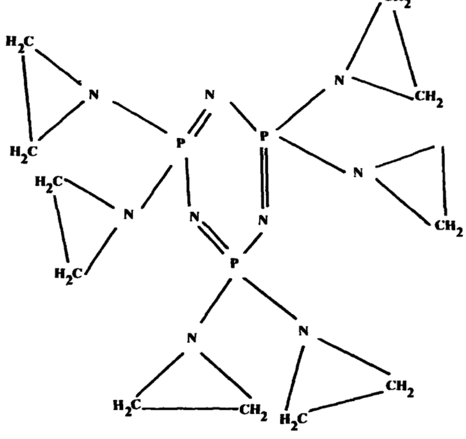
وتنقسم المركبات الألكيلية إلى ثلاثة أقسام ، هى : الأزيريدينات Aziridines ، مثل : الأفولات ، والتيبا ، والميتيبا ، والميثيوتيبا ، والثيوتيبا ، والموردذ ، والتريتامين . والقسم الثانى هو سلفونات الميثان Methane sulfonates ، مثل : إيثانول – ٢ – فلورو – ميثان سلفونات ، إيثانول – ٢ – كلورو – ميثان – سلفونات . والقسم الثالث هو الخردل النيتروجينى Nitrogen mustard ، مثل الكلورامبيسول .

وفيما يلى أهم المركبات الألكيلية التابعة لقسم الأزيريدينات ، والتى لاقت نجاحًا فى التجارب المعملية والحقلية : –

١ – الأفــولات Apholate (APN)

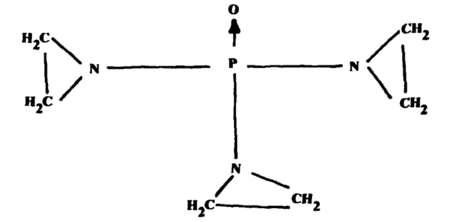
وزنه الجزيئى ٣٨٧ ، رمزه الكيميائى ك ١٢ يد٢٤ ن٩ فو٣ ، مادة صلبة بلّورية بيضاء اللون ،

عديمة الرائحة ، تنصهر على درجة ١٥٥°م . تذوب فى الماء بنسبة ٢٠٪ ، وفى الكحول بنسبة ٧٠٪ . ويمكن حفظ محلولها على درجة صفر°م لمدة شهرين دون انخفاض أثرها التعقيمى . وقد أظهرت الدراسات قدرة هذا المركب على تثبيط تخليق DNA ، وإنزيم Lactic dehydrogenase LDH فى بيض الذباب المنزلى . كما يقلل هذا المركب نشاط إنزيم Alkaline phosphatase فى الغدد التناسلية لبعض حرشفية الأجنحة ، كما أنه يسبب خمول الحيوانات المنوية لبعوض الأيدس .



٢ – التيبا Tepa (Aphoxide)

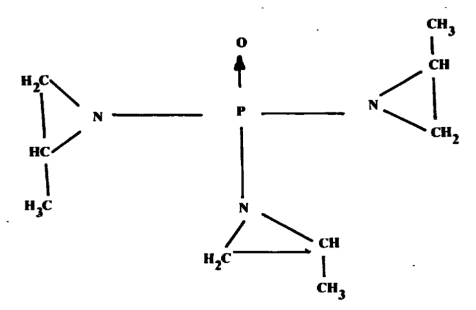
وزنه الجزيئى ١٧٣,٦١ ، رمزه الكيميائى ك٦ يد١٢ ن٣ أ فو ، مادة صلبة بللورية عديمة اللون والرائحة ، تنصهر على درجة ٤١°م ، غليانها ٩٠ – ٩١°م ، تذوب فى الماء ، كما تذوب تمامًا فى



الكحول ، والإيثير والأسيتون ، ثابتة إلى حد كبير على درجة حرارة الغرفة لمدة ٦ شهور . أظهر هذا المركب قدرة على تثبيط تخليق الحمض النووى ، كما سبب تلفًا لكروماتيد حضية سوس اللوز .

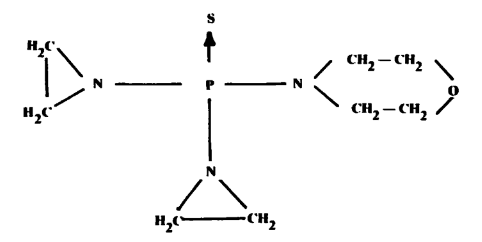
٣ – الميتبا Metepa (Methaphoxide)

وزنه الجزيئى ٢١٥,٢٣ ، رمزه الكيميائى ك٩ يد١٨ ن٣ أ فو ، سائل قرنفلى اللون ، درجة غليانه ١١٨ – ١٢٥°م ، يذوب تماما فى الماء وكذا المذيبات العضوية المعروفة . يتم تحلل هذا المركب كغيره من الأزيريدينات فى الظروف الحامضية .



٤ – المورزد Morzid

وزنه الجزيئى ٢٤٥,١١ ، رمزه الكيميائى ك٨ يد١٦ ن٣ أ فو كب ، مادة بلّورية بيضاء لها رائحة الثوم ، درجة انصهاره ٧٥ – ٧٧°م ، ضعيف الذوبان فى الماء – ويذوب بسهولة فى البنزين ، والتولوين ، والإيثير البترولى ، يتحلل فى الوسط الحامضى ، ثابت فى الوسط المتعادل . يوقف عمليات تخليق الأحماض النووية .



Antimetabolites (ب) مضادات التمثيل

Uracil - 5 - Fluoro ١ - (٥ - فلورو يوراسيل)

الوزن الجزيئى ١٣٠ ، رمزه الكيميائى ك٤ يد٣ فل ن٢ أ٢ ، مسحوق بلّورى أبيض ، عديم اللون ، ينصهر على درجة ٢٨١ إلى ٢٨٣°م ، لا يذوب فى الكلوروفورم والبنزين ، ويذوب فى الماء بنسبة ١,٢٥٪ وفى كحول الإيثانول بنسبة ٠,٥٩٪ . وتزداد درجة ذوبانه بزيادة مستوى pH ، ثابت على درجة الحرارة المنخفضة لعدة شهور . يوقف تخليق الحمض النووى DNA .

HO — N — OH — F

Orotic acide - 5- Fluoro ٢ - (٥ - فلورو أورتك أسيد)

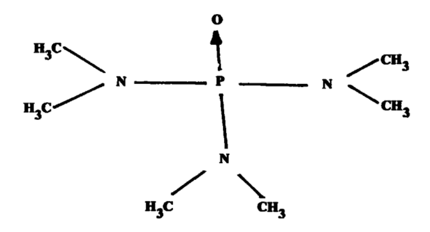
الوزن الجزيئى ١٧٤ ، رمزه الكيميائى ك٥ يد٣ فل ن٢ أ٤ ، بلّوراته صلبة بيضاء ، عديمة اللون ، تنصهر على درجة ٢٥٥°م ، تذوب بصعوبة فى الماء ، ثابت بما يمكن من تخزين محاليله على درجة حرارة منخفضة لفترة طويلة . يدخل فى منع تكوين الحمض النووى RNA .

HO — N — COOH — N — F — OH

(جـ) المتنوعات Miscellaneous

١ – الهيمبا Hempa

وزنه الجزيئى ١٧٩,٠٢ ، رمزه الكيميائى ك٦ يد١٨ ن٣ أ فو ، سائل أبيض له رائحة الأمين ، يغلى على ٧٠°م ، يذوب فى الماء ، وجميع المذيبات القطبية وغير القطبية ، ثابت تحت ظروف التخزين العادية . لايتم تمثيله بفعل الإنزيمات الميكروسومية .



الاختبارات ، والتطبيق العملى للمعقمات الكيميائية
Testing and practical application of chemosterilants

تواجه عملية تطبيق واستخدام المعقمات الكيميائية مصاعب كثيرة ومتنوعة . ويرجع ذلك إلى قلة عدد المركبات ذات القدرة التعقيمية العالية ، واختلاف طرق المعاملة ، بالإضافة إلى اتساع أنواع الحشرة . وغالبا ما تكون الهوة واسعة بين الاختبار المعملى ، والتطبيق الحقلى . ولكن بمزيد من الدراسات ، والاختبارات ، والتطبيقات العملية تبدو هذه الثغرة ضيقة إلى حدٍّ كبير . وهناك العديد من الاختبارات المعملية اللازم إجراؤها ، حتى يمكن الحصول على معقم كيميائى ناجح يمكن تطبيقه . ومن أهم هذه الدراسات والاختبارات ما يلى :

١ – التقييم المبدئى ، أو الأولى .
٢ – طريقة المعاملة .
٣ – الاختبارات الخاصة Special tests ، وتشمل :
(أ) الجرعة المؤثرة .
(ب) حساسية الجنس للمعقم .
(جـ) بقاء الفعل التعقيمى .
(د) التخصص .
(هـ) المنافسة التزاوجية .
(و) المقاومة .

١ – التقييم الأولى Primary screening

بدأت مراكز البحث العلمى فى الولايات المتحدة الأمريكية ، فى الفترة بين ١٩٥٩ – ١٩٦١ ، بعمل برنامج لإجراء تقييم سريع لعدد كبير من المركبات الكيميائية لدراسة أثرها التعقيمى على ثلاثة أنواع من الذباب ، هى : الذباب المنزلى House Fly ، ذبابة الثمار المكسيكية Mexican Fruit Fly ، الدودة البريمية (الحلزونية) Screw worm fly . ويطلق على هذا البرنامج اسم التقييم الأولى . وقد اختيرت الأنواع السابقة من الذباب لتوفر طرق التربية النموذجية ، وقصر فترة حياتها إذا ما ربيت على غذاء صناعى ، بالإضافة إلى سهولة تقدير نسبة الفقس والتعذر ، وكذا الكفاءة التناسلية لها . وتمت معاملة الحشرات الكاملة بإضافة المعقم الكيميائى للغذاء ، وتقدير عدد البيض ، ونسبة الفقس ، ونسبة التعذر فى الحشرات المعاملة وغير المعاملة (المقارنة) . وينحصر الغرض الأساسى للتقييم الأولى فى اختبار أكبر عدد من المركبات على عدد محدود من الحشرات بغرض معرفة أثرها التعقيمى . وكذا وضع أساس من المعرفة للعلاقة بين تركيب المعقم الكيميائى ، ودرجة نشاطه التعقيمى ؛ وذلك للحصول على مركبات أو مشتقات جديدة من المعقمات الكيميائية .

وعمومًا .. لايعطى التقييم الأولى معلومات كاملة عن المعقم الكيميائى ، وذلك لأن نشاط المركبات الكيميائية التعقيمى يعتمد على عوامل أخرى كثيرة ، منها : طريقة المعاملة ، الطور المعامل ، وأنواع الحشرات المعاملة . وقد تم فى السنوات الأخيرة تقييم أولى لحوالى ٦٠٠٠ مركب كيميائى بالولايات المتحدة الأمريكية منها ٢٠٠٠ مركب اختبرت على أنواع الذبابات التى سبقت الإشارة اليها . وقد أمكن من هذا التقييم الأولى التوصل إلى معظم المركبات الكيميائية ذات الفعل التعقيمى مثل مجموعة الأزيريدينات Aziridine group .

٢ – طريقة المعاملة Mode of administration

من المعروف أن لكل نوع من الحشرات معقماً كيميائيا مناسباً ، وتتحكم طريقة المعاملة فى ذلك ، والتى يمكن استخدامها عن طريق الفم Orally . وهذه إما أن تكون فى الغذاء Feeding ، أو مع الشرب Drinking . وقد تكون المعاملة قميًّا Topically ، أو عن طريق الحقن Injection . وهناك طرق أخرى ، مثل : الغمر Dipping ، والرش Spraying ، والتعريض للأسطح المعاملة Exposure to treated surfaces . وتعتبر الطرق الثلاثة الأخيرة خليطًا من الطريقتين الأوليتين .

ومما لاشك فيه أن المعقمات الكيميائية كغيرها من المركبات الحيوية لاتتساوى فى تأثيرها عند معاملتها بطرق مختلفة ؛ لذا فإنه من الصعب التنبؤ بكفاءة المركب قبل تحديد طريقة المعاملة الناجحة ، كما أنه من الصعب تعميم طريقة المعاملة بنفس المركب الكيميائى على أنواع مختلفة من الحشرات . وتعتبر درجة ذوبان المعقم الكيميائى Solubility من أهم العوامل المؤثرة فى درجة النشاط التعقيمى . وليس من قبيل المصادفة أن تكون معظم المعقمات الكيميائية الناجحة ، مثل : Tepa ،

Metepa ، Apholate ، Hempa ذات درجة ذوبان عالية فى معظم المذيبات بالإضافة إلى الماء . ويعتبر كحول الإيثايل ، والميثانول ، والأسيتون ، والأسيتونتريل من أهم هذه المذيبات .

٣ - الاختبارات الخاصة Special tests

تعتبر هذه المرحلة من أهم وأدق الاختبارت بالنسبة للتقييم المعملى للمعقم الكيميائى ؛ حيث إنها تعطى صورة أكثر وضوحاً عن التأثير التعقيمى ، وذلك لتحديد إمكانية توجيه المعقم الكيميائى إلى المجال التطبيقى .. وتشمل هذه الاختبارات ما يلى :

(أ) الجرعة المؤثرة Dose response

تلزم معرفة حدود التركيزات المستخدمة بعد مرحلة اختيار المعقم الكيميائى من خلال برامج التقييم الأولى ، وذلك بصرف النظر عن الطريقة التى يسبب بها العقم ، ثم يستخرج منها التركيز الذى يحدث أكبر نسبة من العقم ، والذى تؤدى زيادته إلى إحداث الموت ، بينما يكون انخفاضه عديم الفاعلية من الناحية التعقيمية . ويعتمد اختيار المعمقات عمومًا للتطبيق الحقلى على اتجاهين متضادين ، هما : التأثير التعقيمى Sterilizing effect ، والتأثير الإبادى للمركب Insecticidal effect . ويطلق على هذين الاتجاهين معا حدود الأمان Safty margins ، أو عوامل الأمان Safty factors . وهناك ثلاثة نظم من عوامل الأمان هى :

١ - عامل الأمان الأول (SF_1) : وهو عبارة عن الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من الحشرات LD_{50} ، LD_{50} ، مقسومًا على الجرعة الكافية لتعقيم ٥٠٪ من الحشرات ED_{50} .

$$SF\,1 = \frac{LD_{50}}{ED_{50}}$$

وإذا كان عامل الأمان الأول يساوى ، أو أكبر من القيمة الحسابية (٥) ، فإن ذلك يشير إلى إمكانية تطبيق المعقم الكيميائى بنجاح . ويمكن الحصول على عامل الأمان الأول من حساب خط الجرعة المميتة ، وخط الجرعة المسبب للعقم . ويعيب الاعتماد على عامل الأمان الأول أنه يعتمد على قيم LD_{50} ، ED_{50} وهى لاتعبر بدقة عن المستوى التعقيمى الكامل المطلوب ، كما أنها تعتمد أساسًا على ميل خطوط الانحدار .

٢ - عامل الأمان الثانى (SF_2) : وهو عبارة عن الجرعة الكافية لقتل ٠,٠١٪ من الحشرات ، مطروحاً منها الجرعة الكافية لتعقيم ٩٩,٩٩٪ من الحشرات ، مقسوماً على الجرعة الكافية لتعقيم ٩٩,٩٩٪ من الحشرات .

$$SF_2 = \frac{LD\,0.01 - ED\,99.99}{ED\,99.99}$$

ويمكن استخدام المركب الذى يكون فيه عامل الأمان الثانى يعادل ، أو أكبر من القيمة (صفر) كمعقم كيميائى ناجح دون أن يسبب أية نسبة من الموت . ويمكن الحصول على عامل الأمان الثانى بنفس الكيفية التى نحصل فيها على عامل الأمان الأول . ولايعتمد هذا العامل على انحدار الخطوط ويعطى إلى حدٌ ما تفسيراً أفضل لبيان مدى تأثير المعقم الكيميائى شكل (٨ - ١) .

٣ ـــ عامل الأمان الثالث (SF_3) : وهو عبارة عن أكبر جرعة مسموح بها Maximum tolerated dose مقسوماً على أقل جرعة مؤثرة ، Minimum effective dose .

$$SF_3 = \frac{\text{أكبر جرعة مسموح بها}}{\text{أقل جرعة مؤثــرة}}$$

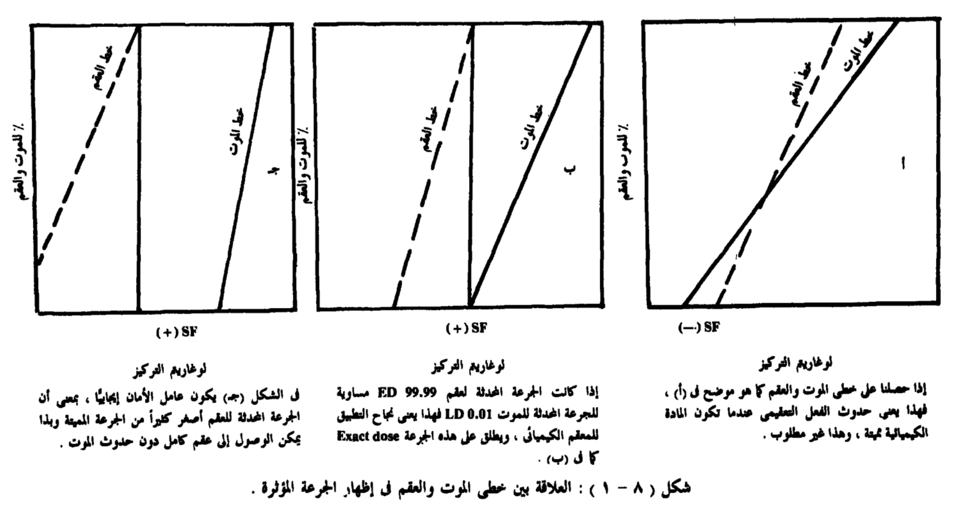
وإذا كان الناتج يساوى ، أو أكبر من القيمة (١) ، فإنه يمكن تطبيق المعقم الكيميائى بنجاح . ويعتمد عامل الأمان الثالث على نتائج التجارب غير المحللة إحصائيًا ، بعكس عامل الأمان الأول والثانى .

ويشابه هذا العامل النوع الثانى حيث إن $ED_{99.99}$ (أقل جرعة مؤثرة) ، $LD_{0.01}$ (أكبر جرعة مسموح بها) .

(ب) حساسية الجنس للمعقم Sex sterilized

يفضل من الناحية التطبيقية أن تكون لكل من الذكر ، والأنثى حساسية مرتفعة تجاه المعقم الكيميائى ؛ فحساسية أحد الجنسين دون الآخر تقلل من إمكانية التوصل إلى مكافحة فعالة ومجدية . ومن المعروف أن حساسية الأنثى للمعقم الكيميائى غير كافية لتقليل التعداد الحشرى ، ولا تختلف كثيرًا عن المبيد الحشرى . أما تعقيم الذكور فهو أكثر فاعلية ، وأقوى تأثيرًا من تعقيم الإناث ؛ وذلك لقدرة الذكر على تلقيح أكثر من أنثى . وقد أظهرت الدراسات وجود مجموعة من المعقمات الكيميائية ذات تأثير تعقيمى على الإناث أكبر من الذكور (مضادات التمثيل) . ويعيب تعقيم الإناث قدرتها على التلقيح المتتالى Multiple mating ، ولكن إذا كانت للحيوانات المنوية المنقولة إليها فى التلقيح الأول قدرة تنافسية كاملة للحيوانات المنوية فى التلقيحات التالية ، فإنه يمكن الحصول على مستوى تعقيمى جيد .

ومن الجدير بالذكر أن لجميع المعقمات الكيميائية التى تقع تحت قسم مضادات التمثيل (Anti metabolites ، ماعدا (5- fluoroorotic acid فى الذباب المنزلى) ، تأثيرًا متخصصًا على إناث الحشرات البالغة عند إضافتها مع الغذاء . ومن المعروف أن المبايض فى الإناث الحديثة الخروج تكون فى مستوى مرتفع من حيث استمرار النشاط الانقسامى ، كما أن خلاياها الجرثومية تكون على درجة عالية من النشاط التمثيلى ، وفى هذه الحالة .. تكون حساسة جدًا لأى عامل خارجى مثل مضادات التمثيل ،



إذا حصلنا على خطى الموت والعقم كما هو موضح فى (أ)، فهذا يعنى حدوث الفعل التعقيمى عندما تكون المادة الكيميائية مميتة، وهذا غير مطلوب.

إذا كانت الجرعة المحدثة لعقم ED 99.99 مساوية للجرعة المحدثة للموت LD 0.01 فهذا يعنى نجاح التطبيق للمعقم الكيميائى، ويطلق على هذه الجرعة Exact dose كما فى (ب).

فى الشكل (جـ) يكون عامل الأمان إيجابيًا، بمعنى أن الجرعة المحدثة للعقم أصغر كثيراً من الجرعة المميتة وبذا يمكن الوصول إلى عقم كامل دون حدوث الموت.

شكل (٨ – ١) : العلاقة بين خطى الموت والعقم فى إظهار الجرعة المؤثرة .

ويتوقف نمو المبايض التى تتعرض لهذا النوع من المعقمات ، كما يحدث تحلل وامتصاص للبويضات داخل بطن الأنثى . وكلما تقدمت الحشرة فى العمر ، انخفض مستوى هذه التأثيرات . ولكن ذلك نادرًا ما يحدث فى حالة الذكور ، ويعزى إلى أن معظم الحيوانات المنوية الكافية لإحداث الاخصاب الكامل تتكون قبل خروج الحشرة الكاملة ، أو بعد خروجها بساعات قليلة . ويمكن إحداث العقم فى ذكور الحشرات عند حقن هذه الكيميائيات فى فترة النشاط الخاصة بمراحل تكوين الحيوانات المنوية . وقد تمنع هذه الخاصية الاختيارية لمضادات التمثيل إمكانية تطبيقها كمعقمات كيميائية ناجحة . ومع ذلك يرجح استخدامها فى برامج التقييم ، لأن الكميات الضئيلة منها كافية لإحداث عقم كامل فى الإناث بالإضافة إلى بقاء أثرها التعقيمى . ولعل مركبات مضادات التمثيل تنال مكانة أفضل كمعقمات كيميائية عند خلطها مع غيرها من المعقمات .

ومن الجدير بالذكر أن هناك كثيرًا من المركبات الكيميائية التى تظهر تخصصًا أوضح فى إحداث العقم للذكور ، مثل : مجموعة Dimethyl amines ، (الهمبا Hempa ، الهيمل Hemel) ، وبعض المركبات الكيميائية التى تحوى مجموعة S- triazine ؛ حيث تتميز هذه المركبات بقدرتها على إحداث العقم فى الذكور بتركيزات أقل من الإناث بحوالى ١٠ مرات . وباستخدام هذه المعقمات الكيميائية عند التركيزات المنخفضة مع خلطها بمضادات التمثيل وفقًا للأسس العلمية لعمليات الخلط ، يمكن الحصول فى النهاية على تعقيم كامل لكل من الذكور والإناث بتركيزات منخفضة جدًا مع إمكانية خفض أخطار السمية .

(جـ) بقاء وثبات التأثير التعقيمى Permanence

غالبا ما يكون للجرعة المحدثة للعقم تأثيرًا مؤقتًا ؛ مما قد يؤدى إلى عودة الخصوبة مرة أخرى . ولقد أجريت بعض التجارب المعملية البسيطة لإيضاح دورة ، أو طول فترة الثبات التعقيمى Duration of sterility ، وذلك على النحو التالى : يتم تجهيز أعداد ، أو مجاميع من ذكور وإناث عقيمة لم يتم تلقيحها ، ثم تتاح لها الفرصة للتزاوج مع ذكور وإناث خصبة على فترات مختلفة خلال فترة حياة الحشرة . ويطلق على هذه التجارب اسم « تجارب الإحلال Replacement » . وقد أظهرت تجارب إحلال الذكور العقيمة بمركب Tepa ، محل الذكور الطبيعة للحشرة ثاقبة الحبوب الصغرى ، انخفاض معدل الفقس من ٨٧,١٪ فى المقارنة إلى ٢٥,٥٪ ، وهذا يعطى دلالة على أن الذكور العقيمة قادرة ، عند إحلالها محل الذكور الطبيعية ، على إلغاء فعل التلقيحات الأولى ، كما يوضح قدرة الحيوانات المنوية المعاملة على منافسة الحيوانات المنوية الطبيعية . وعلى العكس من ذلك .. فقد لوحظ أن إحلال الذكور الطبيعية محل الذكور العقيمة يزيد من نسبة الفقس من صفر٪ فى المقارنة إلى ٥٣,٤٪ بعد الإحلال . وتجرى هذه التجارب أيضا عند استخدام الإشعاع لإحداث العقم .

يجب أن يوضع فى الاعتبار أن زيادة تركيز المعقم قد تؤدى إلى حدوث أضرار جانبية للحشرة ؛ حيث لوحظ انخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة للذباب المنزلى عند معاملتها بتركيزات مرتفعة من

الأفولات ، والتيبا ، والميتيبا . وفى هذه الحالة .. لا يتحتم بقاء الأثر التعقيمى لفترة طويلة ؛ نظرًا لانخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة . وقد أظهرت التجارب قدرة الذباب المنزلى على إتمام ٢٠ دورة لنمو الخلايا التناسلية Gonotrophic cycles ، مع قدرة الحشرة على البقاء حوالى ستة أسابيع ، وذلك تحت الظروف المعملية . ونادرا ما يحدث ذلك فى الطبيعة ، حيث تصل فترة النشاط الجنسى إلى أقصاها فى بداية حياة الحشرة الكاملة ، وتضع الحشرة أكبر كمية ممكنة من البيض خلال الفترة الأولى من حياتها . ويقل هذا النشاط بدرجة كبيرة مع تقدم الحشرة فى العمر ؛ ولذا .. يمكن أن نشير إلى أن التركيزات القادرة على إحداث ٥٠٪ عقم ، خلال فترة حياة الحشرة تحت ظروف المعمل ، قد تكون من الوجهة التطبيقية أيضًا قادرة على إحداث عقم كامل وثابت ، وذلك عند انخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة . ويمكن تقليل الأثر الجانبى الضار للمعقم الكيميائى بخفض التركيزات المستخدمة .

(د) التخصص Specificity

يشير التخصص فى المعقمات الكيميائية إلى تنوع واختلاف نشاط المركب فى الكائنات المختلفة ، وفى الأعضاء المختلفة للكائن الواحد ، وفى الأطوار المختلفة للنوع الواحد ، وذلك مع اختلاف طريقة المعاملة . ولهذه الاسباب كلها .. يلزم أن يكون المعقم الكيميائى عديم الأثر على الكائنات الأخرى خلاف الآفة (مجال التعقيم) وفيما عدا بعض مركبات الأزيريدين ، ومضادات التمثيل يبدو تخصص الأنواع تجاه المعقمات الكيميائية عاليا جدًّا . أما فى صفوف وقبائل الحيوان ، فمن الملاحظ عدم وجود اختلافات كبيرة فى درجة الحساسية بالنسبة للمعقمات الكيميائية .

ويعتبر تخصص الحشرات تجاه المعقم الكيميائى سلاحًا ذا حدين . فمن الناحية الإيجابية ... يؤثر على الآفة (مجال المكافحة) دون غيرها من الحشرات التى ربما تكون نافعة ، وعلى الجانب الآخر .. فإن درجة التخصص العالية تمنع استخدام المعقم الكيميائى على الحشرات الأخرى . ولعل للتخصص الجزئى ، أو غير الكامل جوانب تطبيقية ناجحة فى هذا المجال .

ونظرًا لاختلاف حساسية الأطوار المختلفة لحشرة ما تجاه المعقم الكيميائى ، يلزم تحديد الطور الأكثر حساسية ، مع أخذ سهولة إجراء المعاملة على طور معين فى الاعتبار . وقد أظهرت التجارب أن للمعاملة على الطور اليرقى نجاحًا ملموسًا ضد الحشرات الاقتصادية ذات الطور الكامل (فيما عدا يرقات البعوض) ، وخصوصًا رتبتى حرشفية الأجنحة ، وغمدية الأجنحة . ويعتبر الطور العذرى غالبًا مقاومًا للمعاملة بالمعقمات الكيميائية ، بالرغم من أنه يبدى حساسية فائقة تجاه التعقيم بالإشعاع . وقد أظهرت بعض الأبحاث عن تعقيم العذارى بالكيميائيات نجاحًا طيباً عند معاملة عذارى ذبابة الفاكهة المكسيكية بمعقم التيبا ، مع أن البعض يفسر ذلك بأنه تعقيم غير حقيقى للعذارى ، وأنه يرجع إلى الأثر الباقى للمعقم فى طور الحشرة الكاملة .

أظهرت التجارب التى أجريت على الذباب المنزلى ، والديدان الحلزونية أن الحشرة الكاملة الحديثة الخروج أكثر حساسية للمعقم الكيميائى ؛ لذا فهى أصلح الأطوار لتجارب التعقيم . ومن الجدير بالذكر أن دراسة تأثير المعقم لايجب أن تنحصر فقط على جيل الآباء ، بل يجب أن تستمر على أجيال الأبناء ، فقد يتأخر ظهور الاثر التعقيمى لعوامل وتأثيرات جنينية ، ويسمى هذا بالتأثير المتأخر Late effectوهو يظهر فى الذباب المنزلى ؛ لذا .. فإن تأثير المعقم النهائى يتم عن طريق حساب نسبة التعذر فى جيل الأبناء ، بينما فى حشرات أخرى ، مثل : ذبابة الثمار المكسيكية ، والدودة الحلزونية يتم تقييم فعالية المعقم بحساب الكفاءة التناسلية ، ونسبة الفقس للبيض فى إناث جيل الآباء .

(هـ) المنافسة التزاوجية Sexual Competitiveness

تعتبر المنافسة التزاوجية ، أو الاعتداء الجنسى Sexual Aggressiveness من أهم الدراسات التى يلزم إجراؤها عند تقييم المعقم الكيميائى أو التعقيم بالإشعاع . ومن البديهى أن المعقم الكيميائى الناجح لا يؤثر على المنافسة التزاوجية للحشرة العقيمة ؛ بحيث تكون لها القدرة الكاملة على منافسة الحشرة الطبيعية . ولقد أظهرت التجارب أن ذكور البعوض العقيمة ، بفعل الإشعاع ، تكون أقل فى القابلية ، أو الاستعداد الجنسى من مثيلتها الطبيعية . وعلى العكس من ذلك .. فإن تعقيم ذكور البعوض بالكيميائيات لم يؤثر على قدرتها فى المنافسة التزاوجية ، كما أن معاملة الذباب المنزلى بالمعقمات الكيميائية ، لم يكن لها تأثير يذكر على المنافسة التزاوجية للحشرات المعاملة .

ويمكن قياس المنافسة التزاوجية بتواجد عدد معين ومحدد من الذكور المعاملة (T♂) ، والذكور الطبيعية (N♂) ، بنسب مختلفة مع إناث عادية (N♀) حديثة الخروج تامة النضج ، ثم تحسب المنافسة التزاوجية بقسمة نسبة العقم الملاحظة على نسب العقم النظرية ، وهى ما تعرف بقيمة المنافسة التزاوجية (.Competitiveness Value (C.V . فإذا كان الناتج (واحدًا صحيحًا) ، أطلق على ذلك مصطلح المنافسة التزاوجية المتساوية Equal Competitiveness وإذا كان الناتج (أكبر من واحد صحيح) ، أطلق على هذه الحالة مصطلح المنافسة التزاوجية الفائقة Hyper competitiveness ، وهى تعنى أن الذكور المعاملة أكثر منافسة من الطبيعية . ويرجع ذلك للتأثير الزائد للحيوانات المنوية فى الذكور المعاملة ، وذلك من خلال نقل المعقم الكيميائى إلى الإناث غير المعاملة . وإذا كان الناتج (أقل من واحد صحيح) ، عرف ذلك بالمنافسة التزاوجية المحدودة Hypo competitiveness ، وهى تعنى عدم مقدرة الذكور المعاملة على منافسة الذكور الطبيعية .

وغالبًا ما يحدث انخفاض لفترة حياة الحشرة الكاملة ، كنتيجة لتأثير المعقم الكيميائى ، وقد يكون هذا الانخفاض فى الحدود المسموح بها . وقد ابتكرت طريقة خاصة لقياس المنافسة التزاوجية لذكور الديدان الحلزونية ، والتى تتميز بمحاولتها التزاوج عدة مرات ، بينما تمتنع الإناث عن التزاوج بعد التلقيح الأول . وتكون هذه الخاصية الفسيولوجية عادة فى حدود نسبة الذكور إلى الإناث (٣ : ١) ، وعند زيادة هذه النسبة عن ذلك تحدث حالة الإزعاج Harassment ، والتى تؤدى إلى خفض

فترة حياة الإناث ، وتعتبر مقياسًا للقوة ، أو الكفاءة الجنسية للذكور (SAG) Sexual Aggressiveness Test . وكُلما ارتفعت المنافسة التزاوجية للذكور ، انخفضت فترة حياة الإناث والعكس صحيح .

(و) المقاومة Resistance

تعتبر مقاومة الحشرات لفعل المعقمات الكيميائية إحدى التساؤلات الهامة التى فرضت نفسها مع بداية ظهور المعقمات الكيميائية كاتجاه حديث فى المكافحة . وليست هناك حتى الآن أية أسباب تدعو إلى اختلاف المعقمات الكيميائية عن غيرها من المركبات البيولوجية النشطة ، مثل المبيدات الحشرية ، والتى لها تاريخ معروف فى إظهار الآفات لصفة المقاومة لفعلها . ولعل اختلاف حساسية الحشرات باختلاف المعقم الكيميائى يوضح الاحتمال الكبير لتفاوت استجابة أفراد العشيرة لفعل المعقم الكيميائى ، وهى أولى دلائل ظهور صفة المقاومة . وكما هو معروف بالنسبة للمركبات البيولوجية النشطة ، فإن ظهور صفة المقاومة لفعل المعقم الكيميائى ليس إلا عملية اختيار ، وضغط انتخابى لبعض أفراد العشيرة دون الغالبية لظهور صفة المقاومة ، والتى يزداد نموها مع استمرار التعريض للمعقم الكيميائى فى الأجيال المتتالية .

وقد أظهرت بعض التجارب ظهور صفة المقاومة لبعض الحشرات تجاه المعقمات الكيميائية . فقد أمكن الوصول إلى إظهار صفة المقاومة فى الذباب المنزلى عند معاملته بمادة Metepa ، بينما لم تظهر هذه الصفة بعد المعاملة بـ Hempa . كما ظهرت صفة المقاومة فى البعوض الناقل للحمى الصفراء باستخدام Apholate ، وذلك بعد فترة قصيرة من المعاملة ، بينما ظهرت صفة المقاومة ليرقات البعوض الناقل للحمى الصفراء باستخدام Metepa بعد عدة أجيال .

وعلى العكس من ذلك .. فهناك بعض التجارب التى تنفى ظهور صفة المقاومة لبعض الحشرات تجاه المعقمات الكيميائية ؛ حيث لم تظهر صفة المقاومة بعد معاملة الذباب المنزلى بمادة Apholate عند إضافتها للغذاء ، وكانت الدراسة لمدة ٨٠ جيلا . وقد أوضحت هذه الدراسة أن الأجيال الأولى كانت أكثر حساسية للمعقم الكيميائى ؛ إذ تحدث بها تراكمات لتأثيرات ضارة فى التركيب الجينى لمدة ٣٠ جيًلا . وسرعان ما ينخفض تركيز هذه التراكمات إلى أن تصل فى الجيل الثمانين إلى نفس المستوى التى بدأت عنده الدراسة . كما أكدت الدراسات التطبيقية فى الطبيعة عدم ظهور صفة المقاومة للذباب المنزلى عند إضافة مركب Metepa إلى الطعوم السامة كل ثلاثة أيام لمدة سنتين .

خامساً : أسباب وأنواع العقم Types of sterility

تعتبر معرفة نوع العقم من أهم العقبات الرئيسية لتحديد الأثر التعيقمى للإشعاع ، أو المعقمات الكيميائية . وقد عرف التعقيم Sterilization بأنه عدم القدرة على إنتاج النسل ، ولا تستطيع الأفراد العقيمة أن تنقل تأثيرها إلى الأجيال التالية ، مع أن هناك بعض الآراء التى تشير إلى إمكانية نقل العقم

إلى أجيال الأبناء . وقد بنى ذلك على أساس أنه من السهل للأبناء أن تتوارث العوامل ، أو الظروف من الآباء ، والتى تؤدى إلى وقف القدرة التناسلية لها . وعليه .. يقال إن الآباء والأبناء فى حالة عقم . ويتم إنتاج العقم فى الحشرات بطرق عديدة تختلف باختلاف الجنس .. وعمومًا ينشأ العقم نتيجة للأسباب الآتية :

(أ) : فى الذكور **Males**

١ – الطفرات المميتة السائدة — Dominant lethal mutations

٢ – توقف إنتاج الحيوانات المنوية — Aspermia

٣ – خمول الحيوانات المنوية — Sperm inactivation

(ب) : فى الإناث **Females**

١ – الطفرات المميتة السائدة — Dominant lethal mutations

٢ – انخفاض الكفاءة التناسلية — Infecundity

(جـ) : فى كلا الجنسين **Either sexes**

١ – عدم القدرة على التزاوج — Inability to mate

يجدر بنا أن نذكر أن الطفرات السائدة المميتة فى الخلايا التناسلية لكل من الذكر والأنثى من أنجح أسباب التعقيم وسوف نتناولها بالتفصيل تباعًا . وعمومًا .. نجد أنه حين يتعرض أيًّا من الجنسين للإشعاع أو الكيميائيات المسببة للعقم ، فإن حدوث العقم يتم بطرق مختلفة ، كما أن حشرة واحدة قد يحدث فيها العقم نتيجة لتأثير سبب ، أو أكثر من أسباب العقم . وكمثال .. فإن معاملة الإناث قد تؤدى إلى إنتاج بيض تظهر فيه حالة الطفرات المميتة السائدة ، وقد يحدث فى النهاية توقف لإنتاج البيض . كذلك تؤدى معاملة الذكور إلى ظهور الطفرات المميتة السائدة فى الحيوانات المنوية المنقولة من الذكر للأنثى فى مرات الجماع الأولى ، بينما قد يتوقف إنتاج الحيوانات المنوية فى مرات التزاوج الأخيرة .

(أ) : أسباب العقم فى الذكور

١ – الطفرات المميتة السائدة — Dominant lethal mutations

تعتبر الطفرات المميتة السائدة من أفضل أسباب العقم من ناحية التطبيق . وقد ارتكز هذا النوع من التعقيم على فلسفة تعقيم الذكور Sterile male technique ، والتى وضع أساسها النظرى Bushland &

Hopkins عامى ١٩٥١ ، ١٩٥٣ ، ومن بعدهما Knipling عامى ١٩٥٥ ، ١٩٥٩ . ويعتبر العالم Hertwig عام ١٩١١ ، أول من لاحظ هذه الظاهرة حينما اكتشف فشل بعوض الأمفيبيا فى الفقس بعد تعرض ذكوره للإشعاع . كما أشار العالم Muller عام ١٩٢٧ إلى أن الطفرات المميتة السائدة ترجع إلى أسباب وراثية أو جينية .

تعريف الطفرات المميتة السائدة Definition

صاغ العالم Muller تعريف الطفرات المميتة السائدة عندما اكتشف ظهور الطفرات الجينية بعد تعرض ذكور حشرة الدروسوفيلا للإشعاع . وأشار إلى أن الطفرات المميتة السائدة عبارة عن تغيرات ، أو تعديلات نووية تؤدى إلى موت الزيجوت ؛ أى أن هذه الطفرات تحدث فى الخلية الجرثومية التى تتحد مع الخلية الجرثومية الأخرى فى عملية الإخصاب . وعمومًا .. فإن هذه الطفرات لاتمنع نضج الخلية المتأثرة وتحولها إلى جاميت ، كما لا تمنع الجاميت فى تكوين الزيجوت ، ولكنها تعمل على وقف نمو الزيجوت حتى مرحلة النضج ؛ أى أن الطفرات المميتة السائدة لاتكون قاتلة للخلايا المعاملة ، ولكنها مميتة للزيجوت بعد تكوينه . ولاشك أن الطفرات المميتة السائدة الناتجة عن الكيميائيات قد تختلف ، أو تتشابه مع مثيلاتها الناتجة عن الإشعاع ، إلّا أن التأثير النهائى واحد وهو توقف إنتاج النسل . وقد اتفق جميع الباحثين على أن سيادة الطفرة المميتة لا تحدث نتيجة لتأثير الإشعاع ، بل ترجع إلى حدوث كسر فى الكروموسوم ، وفشل هذا الكسر فى الالتحام ، أو قد ترجع إلى حدوث التحام فى مناطق الكسر . عمومًا .. تختص الدراسات المتاحة فى هذه الناحية بتأثير الإشعاع على التغيرات الكروموسومية المصاحبة للطفرات المميتة السائدة .

العلاقة بين وقت موت الجنين ، والطفرات المميتة السائدة

Time of embryo death with dominant lethal mutations

أظهرت الدراسات أن موت الجنين يرجع إلى انخفاض ، أو توقف الانقسام غير المباشر ، أو قد يرجع إلى حدوث خلل فى التوازن الجنينى كنتيجة لدورة عبور الكسر والالتحام . ومن الممكن أن يظهر تأثير الطفرات المميتة السائدة فى الفترة بين الإخصاب حتى طور الحشرة الكاملة . عمومًا .. تؤدى الطفرات المميتة السائدة إلى توقف نمو الجنين قبل الفقس ، وغالبًا مايحدث الموت قبل طور البلاستودرم ، وأثناء الانقسامات التفلقية الأولى . ويطلق على هذا التأثير الفعل المبكر Early effect أو يطلق عليه Prehatching effect . وقد أشار Fahmy عام ١٩٥٤ إلى أنه عند معاملة ذكور الدروسوفيلا بمادة Tretamine ، ثم تركها للتزاوج مع إناث طبيعية ظهرت الطفرات المميتة السائدة فى مرحلة متأخرة ؛ أى فى طور اليرقة أو العذراء . ويطلق على هذا التأثير اسم الفعل المتأخر Post hatching effect ، وقد لوحظ التأثير المتأخر فى حشرة سوس اللوز عند تعرض ذكورها للإشعاع .

تحديد تأثير الطفرات المميتة السائدة فى الحشرات

Detection of dominant lethal mutations induced in insects

يمكن تحديد تأثير الطفرات المميتة السائدة فى الحشرة كنتيجة لفعل الإشعاع أو المعقمات الكيميائية بمعاملة جنس واحد (ذكر أو أنثى) ، ثم تجرى الاختبارات لمعرفة ما إذا تم تزاوج الإنثى ، ثم التأكد من احتواء قابلتها المنوية على حيوانات منوية متحركة قادرة على الإخصاب . وكل ما يعيب هذه الطريقة هو عدم التأكد من قدرة الحيوانات المنوية المتحركة على إتمام الإخصاب .

وقد أظهرت الدراسات ارتفاع معدل الطفرات المميتة السائدة فى الحشرات بزيادة تركيز المعقم الكيميائى . ويلاحظ فى التركيزات العالية جدا عدم تناسب معدل الطفرات مع زيادة التركيز ، وعليه .. فإن خط التركيز (معدل الطفرات) يأخذ الشكل المفلطح ، ويصل إلى درجة يطلق عليها نقطة التشبع Saturation point . وتتوقف درجة التفلطح على نوع المعقم الكيميائى المستخدم . ولهذا السبب .. فإن منحنى التركيز يستخدم لتحديد أفضل تركيز لبرامج تعقيم آفة ما . وتمثل النقطة الواقعة قبل بداية التفلطح أفضل تركيز يعطى أعلى تأثير للطفرات المميتة السائدة بأقل تركيز من المعقم الكيميائى .

وتلعب درجة الحرارة دورًا هامًّا فى معدل إنتاج الطفرات السائدة المميتة ؛ حيث إن ارتفاعها يزيد من معدل إنتاج الطفرات السائدة المميتة . كما أن زيادة مدة تخزين الحيوانات المنوية فى القابلة المنوية تزيد من معدل إنتاج الطفرات المميتة السائدة . وقد يرجع ذلك إلى انتقال بعض المواد المؤلكلة التى لم تتفاعل بعد ، والتى تتفاعل بعد ذلك مع الحيوانات المنوية التى لم تتأثر .

المعقمات الكيميائية المحدثة للطفرات المميتة السائدة

أظهرت المعقمات الكيميائية قدرة على إنتاج الطفرات السائدة المميتة . وأهم هذه المجموعات القادرة على إحداث الخلل الكروموسومى ، هى : المركبات الألكيلية ، وأشباه القلويات (القلويدات) ، والبيروكسيدات .

(أ) المركبات الألكيلية Alkylating agents

وهى تمثل أكبر مجموعة من المعقمات الكيميائية ، وأكثرها فاعلية ، وتحتوى على عدد مختلف من مجاميع الألكيل . وقد لوحظ أن لعدد مجاميع الألكيل تأثيرًا على معدل إنتاج الطفرات المميتة السائدة . وعموما .. تقسم المركبات الألكيلية وفقًا لعدد مجاميع الألكيل إلى :

١ - مركبات وحيدة التأثير (ذات مجموعة ألكيل واحدة) ، مثل : مركبات Ethylene amine ، ويطلق عليها Mono functional .

٢ – مركبات ثنائية التأثير (ذات مجموعتين ألكيل) ، مثل : مركب Morzid ، ويطلق عليها Bifunctional .

٣ – مركبات ثلاثية التأثير (ذات ثلاثة مجموعات ألكيل) ، مثل : مركب Tepa ، ويطلق عليها Trifunctional .

٤ – مركبات رباعية التأثير (بها أربع مجموعات ألكيل) ، مثل : مركب Aphamide ، ويطلق عليها Tetra functional .

٥ – مركبات سداسية التأثير (ذات ست مجموعات ألكيل) ، مثل : Apholate ، ويطلق عليها Hexa functional .

ويطلق على الأقسام الثلاثة الأخيرة اسم مركبات عديدة التأثير Poly functional . وقد اتفق علماء الأورام على أن المركبات التى تحمل مجموعتين ، أو أكثر من المجاميع النشطة (مثل مجاميع الكلوايثيل) تكون قادرة على إحداث الكسر الكروموسومى . وقد لوحظ أن للمركبات ذات مجموعة الألكيل الواحدة تأثيرًا أقل من المركبات عديدة المجموعات بمعدل من ٥٠ – ١٠٠ مرة فى قدرتها على إحداث الطفرات الجينية . ومن الجدير بالذكر أن هناك بعض المركبات الألكيلية القادرة على إحداث الكسر الكروموسومى ، مثل : مركبى Hempa ، Hemel .

(ب) القلويدات Alkaloids

وهى مجموعة من المركبات التى لم تلق نجاحًا فى مجال التعقيم الكيميائى ، مع أنها أظهرت قدرتها على إحداث الكسر الكروموسومى . وقد أظهرت هذه المركبات كذلك كفاءتها كمسببات للطفرات فى ذبابة الدروسوفيلا ، مثل : مركبات Heliotrine ، Monocrotaline ، Lasiocarpine. ويعتبر مركب Colchicine من أكثر المركبات استعمالاً ؛ حيث يمنع انقسام الخلايا ، وذلك لتأثيره على الخيوط المغزلية للكروموسومات . وهذا المركب الكيميائى قادر على تعقيم إناث الحشرات .

(جـ) البيروكسيدات Peroxides

من المعروف أن للبيروكسيدات الهيدروجينية قدرة على إحداث الطفرات فى معظم الكائنات الحية ، مع أنها لم تثبت كفاءتها ضد ذبابة الدروسوفيلا ؛ حيث تقوم الإنزيمات بهدمها سريعًا داخل جسم الحشرة . وقد لوحظ أن للبيروكسيدات العضوية قدرة على إحداث الطفرات الجينية فى ذبابة الدروسوفيلا . ولم تعرف بعد كفاءة هذه المركبات فى كسر الكروموسومات .

٢ – توقف إنتاج الحيوانات المنوية Aspermia

حينما تعامل الحشرات بالإشعاع ، أو المعقمات الكيميائية ، فإن تأثيرها لايقع على الحيوان المنوى

البالغ ، أو البويضة الناضجة فقط ، بل قد يمتد هذا التأثير ليشمل كل الخلايا التناسلية الموجودة بالخصية أو المبيض . ويعرف اصطلاح Aspermia بأنه عبارة عن توقف إنتاج الحيوانات المنوية البالغة ، والتى تنقلها الذكور إلى الإناث أثناء الجماع ، وقد تقل كميتها نتيجة للمعاملة . وقد لوحظت هذه الظاهرة فى ذكور الحشرات بعد معاملتها بالمعقمات الكيميائية ، أو تعرضها للإشعاع ؛ حيث توقفت دورة تكوين الحيوانات المنوية Spermatogenetic . وعمومًا .. فإن الخلايا الجرثومية تتفاوت فى درجة حساسيتها للمعقمات الكيميائية ، أو الإشعاع وذلك تبعًا للجرعة المستخدمة ، ونوع الخلية الجرثومية المتأثرة .

أظهرت الدراسات أن معاملة الخلايا الجرثومية Gonial cells ، فى كل من الذكر والأنثى ، بجرعات معينة من المعقم الكيميائى ، أو الإشعاع تؤدى إلى إنتاج معدل منخفض من الطفرات المميتة السائدة .

ويعزى ذلك إلى حساسية هذه الخلايا الفائقة لهذه الجرعات ؛ مما يؤدى إلى موتها . ويسبب موت الخلايا الجرثومية خفض الكفاءة التناسلية فى حالة معاملة الإناث Infecundity ، أو توقف إنتاج الحيوانات المنوية البالغة فى حالة الذكور Aspermia . وقد أشار Cantwell & Henneberry عام ١٩٦٣ إلى أن معاملة ذكور الدروسوفيلا بتغذيتها على الأفولات بتركيز ١٪ لمدة ٢٤ ساعة ، تؤدى إلى وقف تطور ونمو الحيوانات المنوية بالجزء الأمامى للخصية ، مع حدوث تعفن Necrosis فى الطبقة الطلائية الجرثومية بعد اليوم الثامن من المعاملة .

ولعل استخدام الكيميائيات ، أو الإشعاع فى منع إنتاج الحيوانات المنوية قد يفسر السبب فى نقص حجم الخصية فى الذكور المعاملة ؛ إذ لوحظ ظهور نقص واضح فى حجم الخصى بعد خمسة أيام من غمر ذكور سوس اللوز فى مادة الأفولات ، كما ازداد النقص فى الحجم بعد عشرة أيام من المعاملة . وقد أظهرت الدراسة أن تغذية حشرة Hippelates pusia بمركب الأفولات ، والميتيبا ، والتيبا قد أدت إلى نقص حجم الخصية بمعدل ٢٣٪ عن مثيلتها غير المعاملة . وتعتبر المنطقة الجرثومية فى الخصية من أكثر المناطق تعرضًا للتأثير وأكثرها حساسية . وعلى العكس من ذلك .. لم يكن لمواد التيبا ، والميتيبا ، والميثيوتيبا تأثير على حجم الخصى فى ذكور دودة ورق القطن .

ولوحظ أن معظم المواد الألكيلية وبعض مضادات التمثيل تتميز بقدرتها على قتل الخلايا الجرثومية . وقد يرجع ذلك إلى تأثيرها على الحمض النووى DNA ، والذى يعتبر شديد الحساسية لمعظم المعقمات الكيميائية .

٣ - خمول الحيوانات المنوية Sperm inactivation

تتميز الحيوانات المنوية الخاملة بسمات خاصة ، وتنقسم هذه الحيوانات الخاملة إلى ثلاثة أنواع هى :

(أ) حيوانات منوية عديمة الحركة .
(ب) حيوانات منوية متحركة ولكنها غير قادرة على اختراق جدار البويضة .
(جـ) حيوانات منوية متحركة قادرة على اختراق جدار البويضة ، ولكن نواتها فاشلة فى الاتحاد مع نواة البويضة .

ولعل الاعتقاد السائد بفشل طريقة تعقيم الذكور ، عند توافر كميات كبيرة من الخلايا المنوية الخاملة ، يجانبه الصواب ؛ إذ يرجع العقم فى ذلك إلى حالة التزاوج فى الحشرة . وعموما .. فهى تصلح فى حالة الحشرات وحيدة التزاوج Monogamous . كذلك تعتمد صلاحية الحيوانات المنويةالخاملة ، كأساس للتعقيم ، بشكل كبير على ضمان امتناع الأنثى عن التزاوج بعد التلقيح الأول .

من الصعب أن يتم تقييم نشاط الحيوانات المنوية دون إجراء دراسات سيتولوجية ، خاصة فى الأنواع التى تحتاج للإخصاب حتى يتم نمو ونضج البيض . ومن العسير تحديد ما إذا كانت الذكور المعاملة تنقل حيواناتها المنوية فى صورة طفرات سائدة مميتة أو خاملة ، أو لا تنقلها على الإطلاق ؛ حيث إن جميع هذه الحالات تؤدى فى النهاية إلى عدم فقس البيض .

وقد أثبتت معظم الدراسات فى مجال التعقيم بالإشعاع أن خمول الحيوانات المنوية لايحدث إلا بعد ظهور الطفرات المميتة السائدة . ومازالت االدراسات الخاصة بظهور حالة خمول الحيوانات المنوية كنتيجة لتأثير المعقمات الكيميائية فى نطاقها الضيق . وقد وجد أن معاملة ذكور البراكون بالخردل النيتروجينى Nitrogen mustard تنتج حيوانات منوية خاملة عند جرعات أعلى من تلك التى تسبب الطفرات المميتة السائدة . كما وجد أن معاملة هذه الذكور قميًّا بمادة الأفولات عند تركيز ٠,٠١ إلى ٠,١٪ تنتج كمية قليلة من الحيوانات المنوية الخاملة ، وذلك عند التركيزات التى تسبب ٤٠ – ٨٠٪ طفرات سائدة مميتة . كما فشل معظم البيض الناتج فى الفقس عند حقن ذكور الدروسوفيلا بمادة [(P - N - dichloroethyl) amino - phenylalanine] .

وقد تعزى هذه النتيجة إلى حدوث طفرات مميتة سائدة ، وأظهر الفحص السيتولوجى موت معظم الحيوانات المنوية ؛ مما أدى إلى عدم حيوية البيض . وقد افترض Simkover عام ١٩٦٤ أن مركب 2- imadazolidinone يسبب خمول الحيوانات المنوية لحشرة بقة حشيش اللبن ، ذلك على أساس انتقال الحيوانات المنوية من الذكر إلى الأنثى دون إجراء دراسات سيتولوجية لتحديد التأثير الحقيقى للمعقم (طفرات أو خمول) .

المعقمات الكيميائية القادرة على إنتاج الحيوانات المنوية الخاملة

أظهرت الدراسات الحديثة التى أجريت على دبور البراكون أن بعض المعقمات الكيميائية تظهر تأثيرًا واضحًا فى إنتاج كميات كبيرة من الحيوانات المنوية الخاملة ، بينما لايظهر البعض الآخر مثل

هذا التأثير . ووجد أن معاملة دبور البراكون بالملامسة بمركب Tretamine ، فى حدود التركيزات المحدثة للعقم ، لم تظهر حالة خمول الحيوانات المنوية ، بينما أظهر مركب Tepa هذه الحالة بكميات كبيرة حتى عند التركيزات تحت المعقمة Substerilizing . ويمكن من هذه النتائج استخلاص ما يلى :

١ – لا يتحتم رفع التركيز لدرجة أعلى من التركيز المسبب للعقم حتى نحصل على الحيوانات المنوية الخاملة .

٢ – تظهر حالة الحيوانات المنوية الخاملة عند استخدام مجموعات معينة من المعقمات الكيميائية . ويمكن مقارنة أنواع خمول الحيوانات المنوية ، وأثرها التعقيمى على أنواع مختلفة من الحشرات جدول (٨–٥) ويظهر من النتائج عدم إمكانية الفصل بين النوع الثالث من خمول الحيوانات المنوية ، فى الأنواع التى تتوالد بكريًّا ، وبين الطفرات المميتة السائدة فى الحشرات الأخرى . ولسوء الحظ .. لايمكن معرفة نوع الخمول فى الحيوانات المنوية باختلاف المعقمات الكيميائية .

جدول (٨–٥) : مقارنة بين أنواع خمول الحيوانات المنوية ، وأثرها التعقيمى على أنواع مختلفة من الحشرات .

التأثير الناتج على	أنواع خمول الحيوانات المنوية الناتجة	
	النوع الأول والثانى	النوع الثالث
الأنواع التى تتكاثر بكريا (دبور البراكون)	فقس البيض وإنتاج ذكور	فقس البيض وإنتاج ذكور
حشرات وحيدة التزاوج وتتكاثر جنسيا ، مثل : الذباب ، والبعوض	عدم فقس البيض ، وتشابه حالة الطفرات المميتة السائدة	عدم فقس البيض ، وتشابه حالة الطفرات المميتة السائدة
حشرات عديدة التزاوج وتتكاثر جنسيًّا ، مثل : سوس اللوز	فقس البيض عند فشل الحشرات المنوية الناتجة من الذكور المعاملة فى منافسة تلك الناتجة من الذكور الطبيعية	عدم فقس البيض ، وتشابه حالة الطفرات المميتة السائدة ، وذلك لإمكانية منافسة الحيوانات المنوية الناتجة من الذكور المعاملة لمثيلتها الطبيعية

مما سبق .. يمكن القول بأن أسباب العقم فى الذكور نتيجة الكيميائيات ترجع إلى :

١ - مواد كيميائية تحدث تلفًا كروموسوميا ، وتسبب حالة الطفرات المميتة السائدة .

٢ - مواد كيميائية تقتل الخلايا الجرثومية مسببة حالة توقف إنتاج الحيوانات المنوية .

٣ - مواد كيميائية تعمل على وقف نشاط ، أو خمول الحيوانات المنوية .

ويمكن للمعقم الكيميائى الواحد إنتاج كل التأثيرات الثلاثة السابقة ، أو بعضها تبعًا للجرعة ، ونوع الخلية المعرضة للتأثير .

أنواع العقم المرغوبة فى برامج مكافحة الآفات

Types of sterility desired for insect control programs

إنه من العسير أن يتحدد نوع العقم المفضل فى برامج المكافحة لجميع أنواع الحشرات ، وإنما يلزم أن يحدد أفضلها لكل حشرة على حدة . ولتحديد نوع العقم المرغوب ، يلزم إجراء مزيد من الدراسات فى مجال فسيولوجيا التكاثر لكل نوع تحت الاختبار :

١ - الأنواع عديدة التزاوج Polygamous

يلزم للذكور العقيمة أن تنقل حيواناتها المنوية فى صورة الطفرات المميتة السائدة ، حتى تكون لها قدرة تنافسية كاملة مع الحيوانات المنوية الطبيعية .

٢ - الأنواع وحيدة التزاوج Monogamous

يتساوى تزاوج الإناث مع ذكور عقيمة منتجة لحيوانات منوية خاملة مع تزاوجها بأخرى منتجة لطفرات مميتة سائدة . وتعتمد صلاحية التعقيم فى هذه الحالة على ما إذا كان انتقال الحيوانات المنوية من الذكر للأنثى مؤثرًا بدرجة كافية لمنع تزاوج الأنثى فى المستقبل .

٣ - الأنواع محدودة التزاوج Oligogamous

وفيها تكون عملية التلقيح فى حد ذاتها كافية لمنع تزاوج الأنثى مرة ثانية ، بصرف النظر عن انتقال ، أو عدم انتقال الحيوانات المنوية من الذكر للأنثى ، وذلك يصلح فى حالة توقف الحيوانات المنوية Aspermia ؛ أى يكون مدى تطبيق حالة Aspermia محدودًا جدًا ؛ يليه خمول الحيوانات المنوية . أما بالنسبة للطفرات المميتة السائدة فهى أصلح أسباب العقم فى برامج المكافحة .

٤ – يجب أن تحتوى الذكور العقيمة على كمية وفيرة من مخزون الحيوانات المنوية ، أو طلائع المنى وقت تعرضها للمعقم الكيميائى أو الإشعاع . وذلك حتى تتمكن من منافسة الحيوانات المنوية الطبيعية خلال مرات التزاوج المختلفة . ومن البديهى أنه إذا أفرغت الذكور كل مخزونها المنوى بعد مرات قليلة من التزاوج ، فإنها ستصبح فى حالة Aspermia ، وتنعدم بالتالى المنافسة وتضعف كفاءتها فى برامج المكافحة فى حالة الحشرات عديدة التزاوج .

٥ – يجب ألا تؤثر أنواع العقم المختلفة على النشاط العام للحشرة General vigor ، أو طول فترة حياة الحشرة Longevity ، أو المنافسة التزاوجية Sexual Competitiveness ، أو سلوك التزاوج Mating behaviour .

(ب) أسباب العقم فى الإناث

يحدث العقم فى الإناث إما بإنتاج طفرات مميتة سائدة فى البيض الناتج ، أو لعدم قدرة الحشرة على إنتاج البيض . وتشابه حالة الطفرات المميتة السائدة فى البيض مثيلتها فى الحيوانات المنوية ، فكلاهما راجع إلى حدوث خلل كروموسومى . لذا .. سنكتفى بما تم تناوله فى الطفرات المميتة السائدة للحيوانات المنوية ، وسوف نتناول هنا حالة :

عدم القدرة على إنتاج البيض Infecundity

تنظم عملية البيض عوامل وراثية ، عوامل هرمونية ، عوامل كيميائية ، عوامل بيئية . ويمكن وقف عملية تكوين البويضات فى الحالات الآتية :

١ – المعاملات التى تسبب موت الخلايا الجرثومية ، وتمنعها بالتالى من الانقسام لتكوين مراحل أكثر تطورًا .

٢ – الظروف التى تمنع كروموسومات الخلايا المغذية من الانقسام ، فيتوقف عملها كمصدر رئيسى فى ترسيب المح .

٣ – الخلل الذى يحدث للعوامل الوراثية ، أو الهرمونية ، أو الكيميائية ، أو البيئية ، والذى يؤدى إلى توقف عمليات التكوين المحى .

وتعمل المعقمات الكيميائية والإشعاع على منع تكوين البويضات بجميع الوسائل السابقة . وتعتبر المعقمات الكيميائية الواقعة تحت مجموعة مضادات التمثيل ، والمركبات الألكيلية من أهم المجموعات الكيميائية القادرة على إحداث مثل هذا التأثير .

يتم تعقيم وإطلاق كلا الجنسين فى أى تطبيق ناجح لتعقيم الذكور . وقد يؤثر إطلاق الإناث العقيمة فى المنطقة المحددة للمكافحة معنويًا فى خفض الكثافة العددية للحشرات إلى حدٍّ ما . وقد أظهرت التجارب أن إطلاق الإناث العقيمة لحشرة Navel orange worm أكثر تأثيرًا من إطلاق الذكور العقيمة . ولهذه الأسباب تلزم معرفة طريقة فعل المعقمات الكيميائية والإشعاع لإنتاج ظاهرة Infecundity فى الإناث .

من المعروف أن إنتاج البيض فى الحشرات يعتمد كلية على تمييز البويضات من الاووجونيا ، كما يعتمد على الدور الذى تلعبه الخلايا المغذية . وقد يؤدى تعرض خلايا الاووجونيا لأضرار جسيمة ؛ أى منع أو انخفاض الإنتاج التناسلى . كما أن تعرض الخلايا المغذية للمعقمات الكيميائية ، أو الإشعاع ، وفى فترات محددة أثناء نضج البيض ، يؤدى إلى توقف أو ضعف القدرة التناسلية ، حيث إن الخلايا المغذية تكون حساسة جدًّا للإشعاع ، أو المعقمات الكيميائية فى فترة نضج ، بينما تبدو الخلايا المغذية أكثر مقاومة لهذا التأثير بعد تمام تميز الخلايا ، ووصولها إلى مرحلة متقدمة من النمو ، ، ويظهر البيض بالتالى فى صورة طبيعية .

بعض الدراسات على أثر المعقمات الكيميائية فى إحداث ظاهرة إيقاف إنتاج البيض

١ – ذكر LaBrecque و Gouck عام ١٩٦٤ أن هناك ٢٧ مركبًا ، يتبع معظمها المجموعة الألكيلية ، ولها القدرة على منع الوضع فى حشرة الذباب المنزلى . وقد وجد أن الأفولات يمنع نمو المبايض فى حشرتى الدروسوفيلا ، والذباب المنزلى .

٢ – أشار Mitin , Baroody عام ١٩٥٨ إلى وجود ١٥ مركبًا مؤثرًا على الكفاءة التناسلية للذباب المنزلى ، وأن ٦ مركبات منها تؤدى إلى توقف كامل للكفاءة التناسلية .

٣ – أظهرت الأبحاث التى أجراها حسين وعبد المجيد عام ١٩٧٢ أن لمادة التيبا ، والميتيبا ، والميثوتيبا تأثيرًا على عدد البيض التى تضعه فراشة دودة ورق القطن . وكان لمادة التيبا تأثير واضح فى انخفاض عدد البيض تليها مادة الميتبا ، ثم الميثيوتيبا . كما أن زيادة التركيز كانت مصحوبة بانخفاض فى عدد البيض الموضوع ، ونسبة الفقس ، ومعدل امتصاص البيض فى مبايض الأنثى .

ورغم أن انخفاض إنتاج البيض يظهر فى المركبات الألكيلية المسببة للطفرات المميتة السائدة ، إلا أن هناك مركبات أخرى غير المسببة للطفرات تؤدى إلى نقص إنتاج البيض . لذا .. فإن المعقمات الكيميائية المسببة لانخفاض الكفاءة التناسلية تتساوى جميعها فى تأثيرها النهائى رغم اختلافها فى طريقة فعلها .

قد يحدث انخفاض للكفاءة التناسلية نتيجة تعرض خلايا أمهات البيض Oogonia لأضرار بالغة . وقد وجد أن للكيميائيات المسببة للطفرات القدرة على موت الخلايا ، ومنع الانقسام الخلوى . ويرجع توقف إنتاج البيض إلى موت الخلايا الامية ، وهذه تشابه حالة Aspermia فى الذكور ، والتى ترجع إلى موت خلايا الأسبرماتوجنيا (أمهات المنى) . ويلاحظ فى يرقات معظم أنواع الحشرات وجود الخلايا الجرثومية فقط . وعليه .. فمعاملتها بالمعقم الكيميائى قد تؤدى إلى موت هذه الخلايا ، وتمنع بالتالى تكوين الجاميتات . وقد لاتموت هذه الخلايا فى أحيان أخرى نتيجة المعاملة ، وعليه .. فإن توقف إنتاج البيض قد يرجع إلى عوامل أخرى . وقد قام Rai عام ١٩٦٤ بتربية يرقات بعوض Aedes aegypti ، فى ماء يحتوى على ١٥ جزء فى المليون من الأفولات . وقد بدأت التربية ليرقات عمرها يومين حتى التعذر . وأظهرت هذه الدراسة انقسام الخلايا الجرثومية ، بالإضافة إلى تحلل الخلايا الحوصلية . وعند معاملة نفس المعقم على يرقات بعوض Culex pipiens ، نتجت أضرار بالغة للمنطقة الجرثومية ، بالإضافة إلى نقص حجم المبايض ، كما تحللت الخلايا الجرثومية فى مبايض الذباب المنزلى المعامل بمادة الثيوتيبا .

وتعامل الحشرات عادة إما فى طور العذراء ، أو الحشرة الكاملة وذلك عند احتواء الأنابيب المبيضية على كل من الخلايا الجرثومية Gonial cells ، والبويضات ، والخلايا المغذية . وقد أظهرت الدراسات الخاصة بالتعقيم الإشعاعى أن الجرعات الصغيرة كافية لمنع إنتاج البيض ، وذلك إذا تمت المعاملة أثناء قمة العمليات الانقسامية للخلايا المغذية . أما إذا تمت المعاملة بعد ذلك ، ولو بجرعات كبيرة ، فقد يبدو البيض بمظهر عادى .

أثر توقيت المعاملة على الكفاءة التناسلية

١ – عوملت إناث الديدان الحلزونية قميًا بمركب Benzo quinone ، فعوملت مجموعة عمرها (صفر ــ ٤ ساعات) ، وعوملت مجموعة أخرى عمرها ٢٤ ساعة . ثم تم تشريح الإناث بعد ٤ أيام من خروجها . وأظهرت نتائج التشريح احتواء الإناث غير المعاملة على بيضة تامة النضج ، واحتواء البويضات كذلك على خلايا مغذية . بينما تأخر نمو البويضات فى الإناث المعاملة بعد ٢٤ ساعة من خروجها . أما الإناث المعاملة فى عمر (صفر ــ ٤ ساعات) لم تنجح فى تكوين البيض . (جدول ٨ – ٦) .

٢ – عند معاملة إناث بعوض الايدس بمادة الميثوتيبا لوحظ عدم إتمام عمليات تكوين البويضات ، وذلك عند إجراء المعاملة بعد فترة قصيرة من خروج الحشرة الكاملة ، بينما تتم عمليات تكوين البيض بصورة طبيعية إذا تمت المعاملة بعد ٢٤ ساعة من خروج الحشرة الكاملة .

٣ – يمكن القول باعتبار وقت المعاملة العامل المحدد الذى يتحكم فى مدى تأثير المعقمات الكيميائية على الكفاءة التناسلية . ولإظهار التأثير يلزم أن تتم المعاملة فى المرحلة الحساسة من حياة الحشرة (أثناء انقسامات كروموسومات الخلايا المغذية) . بمعنى أنه إذا تم نضج البيض قبل خروج الحشرة الكاملة ، ثم عوملت بالمعقم ، لنجحت الحشرة فى وضع البيض الذى تم نضجه بكفاءة طبيعية ، بينما قد يتأثر البيض الذى لم يتم نضجه فى مرحلة تالية . أما إذا كان نضج البيض بعد خروج الحشرة الكاملة ، فإن المعاملة أثناء الفترة الحساسة ، أو قبلها تظهر تأثيرًا عاليًا ، بينما لا تظهر المعاملة بعد الفترة الحساسة أى تأثير . ويوضح الجدول (٨ – ٦) ذلك .

جدول (٨–٦) : تأثير بعض المعقمات الكيميائية على الكفاءة التناسلية ، وحيوية البيض ، ومعدل امتصاص البيض فى مبايض الأنثى (المعاملة فميًا ليرقات العمر الرابع بتركيز ٨٪)

المعقم الكيميائى	عدد البيض الموضوع	عدد البيض الفاقس	نسبة الفقس	نسبة العقم الملاحظة	نسبة العقم المصححة	عدد البيض فى مبايض الأنثى وقت الخروج	عدد البيض فى مبايض الأنثى بعد الموت	نسبة امتصاص البيض
التيما	٧٧١,٣	٦٧,٧	٨,٨	٩١,٢	٩٠,٧	٤٦٢١,١	٤٦٢,٦	٧٩,٩
المتيا	٨٦٨,٩	١٨٠,١	٢٠,٧	٧٩,٣	٧٨,١	٤٨٩٤,٥	٢٤٢,٤	٧٧,٢
الميثيونيا	١٣٩١,١	٤٨٤,١	٣٤,٨	٦٥,٢	٦٣,٢	٤٥٠٤,٤	٣١٧,٨	٦٢,١
مقارنة	٢٧٠٣,٢	٢٥٥٧,٤	٩٤,٦	٥,٤	–	٤٦٥٢,١	٤٦٢,٤	٢٢,—

٤ – فى دراسة أخرى أجراها عبد المجيد ، وزيدان عام (١٩٧٣) باستخدام مركب الميثيوتيبا ضد يرقات العمر الثالث لدودة اللوز الشوكية .. اتضح تأثير مركب الميثيوتيبا على عدد البيض الموجود بمبايض إناث الفراشات وقت الخروج مباشرة ، وكذا تأثير المركب على خفض الكفاءة التناسلية ، وخصوبة البيض الموضوع . ويوضح الجدول التالى (٨–٧) أهم النتائج المتحصل عليها فى هذه الدراسة .

(ب) مضادات التمثيل Antimetabolites

من المحتمل أن تهاجم مضادات التمثيل كروموسومات الخلايا المغذية ، حيث يعمل المركب المضاد لفعل حمض الفوليك Folic acid antagonist على وقف نشاط إنزيمات حمض الفوليك اللازمة لتخليق الأحماض النوورية ، ويؤدى هذا إلى حدوث اضطرابات فى الانقسامات الخلوية . ويتم تخليق الأحماض النوورية بسرعة فى الخلايا المغذية لإناث الدروسوفيلا حديثة الخروج . ويمكن منع تضاعف الحمض النووى DNA فى أنوية الخلايا المغذية ، وذلك عند تغذية الإناث على بيئة تحتوى على Amino pterin ، 5- Amino uracil . كما تتأخر عمليات ترسيب المح فى الذباب المعامل بمضادات التمثيل .

جدول (٨-٧) : تأثير معقم الميثوتيبا على القدرة التناسلية لدودة اللوز الشوكية (المعاملة عن طريق تغذية يرقات العمر الثالث على قرون بامية مغمورة فى المعقم) .

التركيز ٪	عدد البيض فى مبايض الأنثى وقت الخروج	عدد البيض الموضوع	عدد البيض الفاقس	نسبة الفقس (٪)	نسبة الفقس (٪) الملاحظة	نسبة الفقس (٪) المصححة
,١٢٥	٤٣١,٨	١٩٨,٨	١٥٣,٤	٧٩,٦	٢٠,٤	١٥,٧
,٢٥٠	٤٠٢,٦	١٨٧,٤	١١٣,—	٦٠,٣	٣٩,٧	٣٦,١
,٥٠٠	٣٩٧,٤	١٦١,٦	٧٦,٢	٤٧,١	٥٢,٩	٥٠,١
مقارنة	٤٢٦,—	٢٢٩,٤	٢١٦,٦	٩٤,٤	٥,٦	—

(ج) المتنوعات Miscellaneous

أظهرت بعض المتنوعات قدرتها على خفض الكفاءة التناسلية ، وذلك بالرغم من أن طريقة فعلها لم تزل مجهولة :

١ - أظهرت بعض المبيدات الفوسفورية تأثيرًا واضحًا على انخفاض الكفاءة التناسلية لدودة ورق القطن ، خاصة السيولين . كما انخفضت أعداد البويضات بالأنابيب المبيضية نتيجة المعاملة .

٢ - لوحظ انخفاض الكفاءة التناسلية للذباب المنزلى مع الجرعات تحت المميتة للـ (د .د . ت) المقدم مع الغذاء .

٣ - عند تغذية إناث البراكون على الكولشيسين .. انخفضت الكفاءة التناسلية فى النصف الأول من حياة الحشرات .

عدم القدرة على التزاوج Inability to mate

أثبتت حالات كثيرة أن للإشعاع والمعقمات الكيميائية تأثيرًا واضحًا على قدرة الحشرات فى التزاوج ، بجانب إحداث العقم ، ومنها :

١ - عند تعريض ذكور حشرة بقة الردوينيس للإشعاع ظهر أن التعقيم فى بعض معاملات العبور يرجع إلى عدم قدرة الإناث على وضع البيض ، بالرغم من أن الإناث لم تتعرض للإشعاع ، ذلك بسبب فشل الذكور فى الجماع .

٢ - أظهرت الدراسات التى قام بها حسين ، وعبد المجيد عام ١٩٧١ أن مادة التيبا منعت التزاوج الثانى فى حشرة دودة ورق القطن عند معاملتها قميًّا فى العمر الرابع اليرقى .

سادساً : الاعتبارات المؤثرة على نجاح التطبيق الحقلى

Considerations affecting the succes of fiels trials

هناك بعض الاعتبارات التى تجب مراعاتها عند محاولة إجراء التطبيق الحقلى للتعقيم بالكيميائيات أو الإشعاع ، وهى :

١ - الطريقة العملية لإحداث العقم Practical method of inducing sterility

يلزم أن تكون هناك دراسات كثيرة لتحديد أنسب جرعة ، وأنسب طور لإحداث العقم ، والسلوك التزواجى ، والمنافسة التزاوجية ، وفترة حياة الحشرة . ولاشك أن استخدام جرعة تحدث ١٠٠٪ طفرات مميتة سائدة فى الحيوانات المنوية يعتبر من الأخطاء الشائعة التى يجب تلافيها ؛ وذلك لأن ميل المنحنى يتجه للشكل الأفقى فى التركيزات العالية ؛ أى أن الزيادة العالية فى الجرعة تؤدى إلى حدوث تأثير ضعيف . وغالبًا ما تكون هذه الجرعات مصحوبة بتأثيرات ضارة على نسبة خروج الحشرة الكاملة ، والمنافسة التزاوجية ، وفترة حياة الحشرة الكاملة . وتعتبر نسبة ٩٨٪ طفرات مميتة سائدة للحيوانات المنوية مستوى مقبولاً للتعقيم ، وخاصة إذا لم تكن هناك خطورة من استعادة خصوبة الذكور المعاملة .

٢ - معلومات عن عناصر العقم Knowledge of the components of sterility

يجب أن يحدد عمر طور العذراء ، أو طور الحشرة الكاملة المعرضة للإشعاع أو المعقمات الكيميائية بدقة بالغة ؛ وذلك بسبب التغير فى الحساسية سواء للإشعاع أو الكيميائيات نتيجة لاختلاف العمر . وقد يرجع فشل الاختبارات المعملية لتعقيم حشرة « تسى تسى » إلى عدم معرفة عمر العذارى على وجه التحديد . فعند تعريض العذارى حديثة التكوين تنخفض نسبة خروج الحشرة الكاملة ، كما تنخفض نسبة حياة الذكور ؛ مما يؤدى إلى البحث عن طريقة مناسبة لتربية أعداد كبيرة من الحشرات . وقد وجد Riemann & Flint عام ١٩٦٧ أن التعريض للإشعاع قد يسبب أضرارًا جانبية لسوسة اللوز ؛ إذ أن للخلايا الطلائية للمعدة حساسية شديدة للإشعاع ، ويكون الموت عادة مصحوبًا بموت هذه الخلايا .

كما تجب معرفة نوع العقم ، أهو بسبب الطفرات المميتة السائدة ، أم بسبب خمول الحيوانات المنوية ، أم نتيجة لتوقف إنتاج الحيوانات المنوية . ولابد من دراسة اختبارات المنافسة التزاوجية بنسب مختلفة لكل من الذكور العقيمة والعادية . كما تجب معرفة عدد مرات التزاوج التى يمكن للذكر العقيم أن يجريها مع استمرار قدرته على نقل الحيوانات المنوية .

٣ – طرق التربية **Rearing methods**

يجب البحث عن طريقة اقتصادية لتربية أعداد كبيرة من الحشرات عند إجراء التطبيق العملى فى الطبيعة . وهناك صعوبات كثيرة تواجه التربية المعملية لإنتاج أعداد كبيرة من الحشرات منها :

(أ) يجب تحديد أفضلية كل من الغذاء الطبيعى Natural food ، والغذاء الصناعى Artificial diet . وقد ظهرت هذه المشكلة عند تنفيذ برنامج مكافحة الديدان الحلزونية .

(ب) تجب معرفة المزيد من عادات الحشرة فى التغذية ، حتى يمكن تقدير الاحتياجات الغذائية اللازمة لإنتاج أعداد كبيرة من الحشرات القوية النشيطة بأقل قدر من التكاليف .

(جـ) يلزم أن يكون معظم الأدوات والإمكانيات من النوع الميكانيكى ، وذلك لتقليل الأيدى العاملة حتى يمكن خفض التكاليف . ومن المهم أن يقل العنصر الانسانى أثناء التعقيم حتى لا تؤثر المعاملة اليدوية على كفاءة الحشرة ، وارتفاع نسبة الموت .

٤ – معلومات كافية عن أعداد الحشرات فى الطبيعة

Quantitative information on natural population

تشمل هذه المعلومات عدة نقاط فى غاية الأهمية ، هى :

(أ) تلزم معرفة بيولوجى الحشرة فى الطبيعة . فمثلا .. يجب تحديد سلوك الحشرات العقيمة من حيث (الكفاءة التناسلية ــ المنافسة التزاوجية ــ مدى الطيران ــ فترة حياة الحشرة الكاملة) مع مقارنتها بمثيلتها فى الطبيعة .

(ب) تقدير حجم الأعداد الطبيعية ، وذلك لتحديد أعداد الحشرات اللازمة تعقيمها لنجاح المكافحة . وهناك بعض الأنواع التى تزداد أعدادها فى الطبيعة بمعدلات عالية تحت ظروف معينة ، ومن الممكن أن تدمر هذه الأنواع تجارب النشر والإطلاق تمامًا .

(جـ) هناك بعض الاعتقادات التى تشير إلى أن طريقة تعقيم الذكور تصلح فقط فى الحشرات وحيدة التزاوج Monogamous ، وهذا غير صحيح لإن العقم الناتج من فعل الطفرة المميتة السائدة ينتج أيضًا فى الحشرات عديدة التزاوج Polygamous .

٥ – بعض الاعتبارات الأخرى **Other considerations**

يجب أن أن تتاح الطرق العملية الأخرى ، حتى تعمل على الإقلال من أعداد الحشرات فى الطبيعة إلى المستوى الذى يمهد لنجاح الإطلاق . وقد ذكر نبلنج أن طريقة تعقيم الذكور تكون أكثر فاعلية عندما تقل أعداد الحشرات فى الطبيعة ، نتيجة لاستخدام المبيدات الحشرية ، وعندما نصل إلى حد

القضاء على أعداد الحشرات فى الطبيعة ، فلابد أن تتم بعض الإجراءات الهامة منعًا لتجدد الإصابة من مصادر خارجية ، وهى :

(أ) استمرار عمليات الإطلاق فى فترات محدودة .
(ب) عمل مناطق كحواجز .
(جـ) عمل حجر داخلى لمنع دخول الحشرات إلى المناطق الخالية من الإصابة .
(د) استمرار عمليات التربية لتكون معدة لعمليات الإطلاق فى أى وقت .

وتلزم دراسة التكاليف المادية لبرامج الإطلاق من ناحية التربية ، والتعقيم ، والإطلاق ، والتقييم ، وتكاليف المحافظة على المنطقة (مجال المكافحة) لمنع عودة الإصابة مرة أخرى . عمومًا .. لايمكن تطبيق التعقيم بالإشعاع على جميع الحشرات الاقتصادية ، فقد يكون استخدام المعقمات الكيميائية من المفيد . وقد ذكر نبلنج عام ١٩٦٤ أنه يجب ألا تسبب عملية تعقيم الحشرات وإطلاقها أى فقد فى المحصول ، أو أى تأثير على الانسان . إن طريقة التعقيم بالإشعاع باهظة التكاليف ، فقد يرجح استخدام المعقمات الكيميائية فى أحيان كثيرة .

مشروع مصر ــ مد لمكافحة ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط

تنبت وزارة الزراعة هذا المشروع بغرض مكافحة ذبابة الفاكهة بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، ومنظمة الأغذية والزراعة . وقد أظهرت دراسات الجدوى الاقتصادية لهذا المشروع بأن قيمة الزيادة السنوية الناتجة من تنفيذ هذا المشروع هو ٥٢,٥ مليون جنيه ، وهى تمثل قيمة الفقد فى محاصيل الفاكهة المختلفة ؛ نتيجة للإصابة بذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط طوال العام . وقد بدأ قيام المشروع عام ١٩٨٣ ، ثم بدأت أولى مراحل التنفيذ للأنشطة الحقلية فى أغسطس ١٩٨٤ ، على أن يستمر قيام المشروع حتى ٢٠٠١ . وقد قسمت مدة قيام المشروع إلى مرحلتين :

(أ) مرحلة تنفيذ برنامج القضاء على الحشرة ، وتنتهى فى عام ١٩٨٩

(ب) مرحلة إنتاج الحشرات العقيمة للتصدير ، وتستمر من عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠٢٠ م .
وقد قدرت القيمة المضافة من إنتاج محاصيل الفاكهة حتى عام ٢٠٠١ م نتيجة تنفيذ هذا المشروع بمبلغ ٦٢٠ مليون جنيه وفقًا لبرنامج المكافحة المتكاملة التالى :

١ – الاستخدام الجزئى للطعوم السامة فى المناطق العالية الإصابة لخفض الكثافة العددية للحشرة ، وذلك قبل إطلاق الحشرات العقيمة ، حتى تكون نسبة الحشرات العقيمة الموزعة إلى الحشرات الطبيعية عالية بالقدر الذى يقلل فرصة تزاوج الحشرات الطبيعية مع بعضها إلى أدنى حد ممكن .

٢ – تطبيق نظام حجر زراعى داخلى ، وخارجى فعال يمنع انتقال الإصابة إلى المحافظات التى

يجرى فيها تنفيذ عملية الإطلاق . ويخظر فى هذا النظام نقل ثمار الفاكهة مع المسافرين ، أما بالنسبة للكميات الكبيرة فيجرى تبخيرها قبل التصريح بنقلها .

٣ – توعية المزارعين بالعمليات الزراعية التى تحد من الكثافة العددية للحشرة وهى :

(أ) منع زراعة البساتين المختلفة لمنع توفير العوائل المناسبة لتتابع نمو أجيال الحشرة على مدار العام .

(ب) فرز الثمار المصابة ، وإعدامها بوضعها فى حفر وتغطيتها بطبقة من التراب تزيد عن نصف متر .

(جـ) دور الخدمة الجيدة للتربة فى موت نسبة كبيرة من العذارى داخل التربة .

٤ – عملية إطلاق الحشرات العقيمة

يجب أن تكون أعداد الحشرات العقيمة التى يجرى إطلاقها من ١٠ – ٣٠ ضعف الكثافة العددية للحشرات الطبيعية فى منطقة الإطلاق ، وهذه يتم إطلاقها بطريقتين :

(أ) الإطلاق بواسطة الطائرات ، وتطبق فى مناطق تجمع بساتين الفاكهة ، وفيها تنشر عبوات الحشرات العقيمة الكاملة ، مع تمزيق هذه العبوات أثناء الإطلاق .

(ب) الإطلاق الأرضى ، ويطبق فى مساحات البساتين الضيقة والحدائق المنزلية . وفيها توزع عبوات الحشرات العقيمة الكاملة يدويًّا .

وتصاحب تنفيذ هذا البرنامج عملية حصر بيئى دقيق لتقدير الكثافة العددية للحشرة على مدار العام فى جميع مناطق الجمهورية ، وعلى جميع أنواع وأصناف الفاكهة . ويجرى هذا الحصر سواء قبل ، أو أثناء ، أو بعد عملية إطلاق الحشرات العقيمة ، وذلك بطريقتين :

١ – توزيع مصائد ذبابة الفاكهة التى يستعمل فيها جاذب جنسى (مادة التراى ميدلور) توزيعًا إقليميًّا على مسافات ١ : ٢ كم كلما أمكن ذلك ، ثم فحص هذه المصائد أسبوعيًّا على مدار العام ، مع وضع نظام تسجيل لمواقع المصائد ونتائجها يضمن دقة نتائج عملية الحصر ، وتسلسلها بين مستويات العمل المختلفة .

٢ – فحص عينات الثمار من الأنواع المختلفة على مدار العام ، وتقدير نسبة إصابتها فى جميع أنحاء الجمهورية .

ويعتبر المشروع برنامج تنمية جديدة للأسباب الآتية

١ – يمكن إنجاز هدفه فى فترة زمنية قصيرة (٥ سنوات) ، ثم يستمر فى تحقيق نتائجه فى فترة زمنية طويلة .

٢ – تحقق استمارات هذا المشروع عائدًا سنويًا بنسبة ٧٠٪ ، ويعنى هذا أنه بنهاية مدة قيام المشروع فى عام ٢٠٠١ م يكون عائده مساويًا ١٦ ضعف قيمته الاستثمارية .

٣ – يبقى معمل ممول ذاتيًا لمصر بعد انتهاء مرحلة القضاء على الحشرة ، يقوم بإنتاج الحشرات العقيمة ، ويحقق فائض أرباح نتيجة تصدير الحشرات العقيمة ، وبيع مخلفات المادة الغذائية المستعملة فى تربية أطوار الحشرة لأغراض تغذية الحيوان والدواجن .

٤ – قيام الدول المجاورة بالمنطقة بتنفيذ برامج مرتبطة بهذا العمل على الحشرة حيث إنها تستورد إنتاجه من الحشرات العقيمة .

٥ – للمشروع دور فعال فى مجال التعاون الفنى بين الدول النامية بالمنطقة ، حيث يتقرر حضور العاملين فى تنفيذ البرامج المشابهة بالدول المجاورة للتدريب فى المشروع المصرى .

عوامل نجاح المشروع فى مصر

سبق تنفيذ أسلوب الحشرات العقيمة بنجاح فى بعض المقاطعات بكاليفورنيا ، وهاواى بالولايات المتحدة والمكسيك . وقد خطط لهذا المشروع على أن يطبق فى مصر بأكملها لتوافر عوامل النجاح ، وهى :

١ – كون المناطق الزراعية فى مصر محاطة من جميع النواحى بصحارى شاسعة ، ومحاطة بالبحرين : المتوسط ، والأحمر ؛ مما يضمن حصر منطقة تنفيذ المشروع ، والتحكم فى أسباب إعادة حدوث الإصابة مع تنفيذ نظام حجر زراعى جيد .

٢ – لا توجد فى مصر عوائل برية للحشرة غير محصورة .

٣ – وجود محصلة كافية من الأبحاث العلمية فى مصر عن سلوك الحشرة ، والظروف البيئية لتكاثرها ، والتطبيقات العلمية لاستعمال الإشعاع فى التعقيم ، مع وجود مجموعة مدربة من الباحثين فى هذا المجال .

٤ – ملاءمة الظروف الطبوغرافية ، وعوامل المناخ على مدار العام تقريبًا لتنفيذ برنامج المشروع . ولكن لم يكتب لهذا المشروع الاستمرار ، لعدم وجود الدراسات الكافية فى هذا الصدد .

والسؤال المطروح فى الوقت الراهن ، خاصة بعد التلوث الإشعاعى الذى حدث فى العديد من البيئات بعد انفجار المفاعل النووى فى مدينة « تشرنوبيل » بالاتحاد السوفيتى : ما هو موقف الآفات المختلفة سواء فيما يتعلق بالاقتدار الحيوى (التناسلى) والبقائى ، وكذلك فيما يتعلق بحساسيتها لفعل السموم المستخدمة فعلاً لمكافحتها ؟ بالإضافة إلى احتمال تكوين سلالات طفرية ذات سلوك

وخصائص غريبة عن السلالات السائدة قبل التلوث الإشعاعى . ويشير حصر أهم نتائج الدراسات المعملية عن علاقة الإشعاع بالحشرات إلى أن حشرات الذباب المنزلى الناتجة من عذارى مشععة بأشعة إكس كانت أقل تحملاً لفعل مبيد الـ (د.د.ت) ، خاصة مع الجرعات العالية من الإشعاع Varzandeh & Moss عام ١٩٦٣) . كما أوضح الباحثان Vashkov & Poleshchuk عام ١٩٦٦ زيادة حساسية الإناث غير البالغة من الذباب للـ (د.د.ت) وسادس كلورور البنزين ، والترايكلوروفون من جراء التعرض لأشعة إكس . كما وجد Guenthner & ware عام ١٩٦٧ أن تشعيع عذارى الذباب زاد من سمية مبيد الهبتاكلور ضد الذكور ، والإناث الناتجة . كما أنقص التشعيع من سمية مبيد التيميك على الذكور ، بينما لم يؤثر على الإناث . وعلى النقيض من ذلك .. وجد & Keiser Schneider عام ١٩٦٨ زيادة مقاومة ذبابة البطيخ لفعل الـ (د.د.ت) ، وحدث نفس الشيء مع ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط عندما تعرضت العذارى للتشعيع بجرعة مقدارها ١٠ كيلوراد من أشعة جاما . ولقد وجد الباحثان Ruch & ware عام ١٩٦٩ زيادة حساسية حشرات دودة اللوز القرنفلية لمبيد أزينوفوس ميثايل ، نتيجة لتعريض العذارى لأشعة جاما ، بينما لم يؤد هذا التعريض لحدوث أية تغيرات فى حساسية الحشرات لفعل الـ (د.د.ت) أو الكارباريل .

ومن أوائل الدراسات التى أجريت عن الفعل المشترك للمعاملة بالمبيدات ، والإشعاع تلك التى أجريت بواسطة Gogburn & Speirs ، عام ١٩٧٢ على خنفساء الدقيق ، حيث شععت الحشرات قبل المعاملة الكيميائية . ولقد ثبت أن جرعة ٥ كيلوراد لم تحدث أى قتل عندما استخدمت لوحدها ، إلا أنها أعطت حماية للحشرات ضد الملاثيون . وعندما زادت الجرعة الإشعاعية إلى ١٠ كيلوراد ، زادت سمية الملاثيون ؛ حيث سببت الجرعة ٠,٠٥ ميكروجرام / حشرة نسبة موت لابأس بها . ومن أكثر ما أوضحته الدراسة هو أن المعاملة المشتركة أحدثت موتًا مبكرًا ، عنه فى حالة الإشعاع منفردًا .

ولقد أظهرت نتائج الدراسة التى قام بها Bhatia & Sethi ، عام ١٩٧٩ عن المعاملة المشتركة للإشعاع والمبيدات ضد خنافس الدقيق المقاومة ، أن المعاملة الإشعاعية المسبقة بجرعة ١٠ كيلوراد من أشعة جاما لم تؤثر على استجابة هذه الحشرات لمبيدات اللندين ، والـ (د.د.ت) ، والملاثيون . ولقد وجد نفس الباحثين عام ١٩٨٠ أن المعاملة بالإشعاع قبل ، أو بعد المعاملة الكيميائية على نفس الحشرة من السلالات الحساسة أدت إلى نقص كفاءة مبيدات اللندين ، والـ (د.د.ت) ، كما أن الاشعاع منع موت الحشرات بصرف النظر عن وقت إجرائها بالنسبة للمعاملة الكيميائية . ولقد وجدت « الشال » عام ١٩٨٣ أن أشعة جاما زادت من حساسية دودة ورق القطن لمبيد الدورسبان ، بينما أنقصت حساسيتها لمبيد الميثوميل . كما وجدت نفس الباحثة أن تشعيع ذكور عذارى الحشرة أنقص حساسية اليرقات الناتجة فى الجيل الأول لفعل الميثوميل ، وكان النقص يزداد بزيادة جرعة الإشعاع ، بينما ازادت حساسية اليرقات لمبيدات الدورسبان والسوميسيدين من جراء التشعيع بأشعة جاما .

ومن أحدث الدراسات تلك التى أجريت بكلية العلوم جامعة عين شمس عام ١٩٨٦ بواسطة ن . ناهد وآخرين ، والتى اتضح منها أن تشعيع عذارى دودة ورق القطن أدى إلى زيادة نسبة استجابة اليرقات والفراشات لفعل مبيدات الميثوميل ، والبيريدفينثيون ، والفينتروثيون . وكانت الفراشات الناتجة من العذارى المشععة أكثر استجابة للمبيدات من يرقات الجيل الأول ، كما زادت حساسية إناث الفراشات المشععة للمبيدات بنسبة أكبر من الذكور المشععة ، وكذلك كانت اليرقات الناتجة من تزاوج الإناث المشععة مع ذكور غير مشععة أكثر حساسية من اليرقات التى نتجت من التزاوجات الأخرى . وأوضحت نفس الدراسة أيضًا حدوث تأثير متفاوت لمعاملات التشعيع على نشاط إنزيم الكولين إستريز تبعًا لطور الحشرة المعرض ، وكذلك جنس الفراشات ، كما توقفت التأثيرات على طبيعة تركيب الوسيط الكيميائى ، ومستوى تركيزاته . ومن المدهش أن نوع الإنزيم لم يتأثر باستخدام المبيدات الفوسفورية ، أو بالتعريض لأشعة جاما .

ويجب أن نقرر حقيقة علمية هامة تتصل بالارتباط الموجب بين جرعة الإشعاع ، والتأثيرات البيولوجية على الحشرات ، وغيرها من الآفات . وهذه الحقيقة تثير العديد من التساؤلات ، والتى يجب أن نحاول وبجدية الحصول على إجابات محددة واضحة .. وعلى سبيل المثال :

١ – درجة توزيع التلوث الإشعاعى فى المساحة التى تجرى عليها عمليات المكافحة بالكيميائيات (على مستوى الدولة أو المحافظة ـــ المركز ـــ القرية .. إلخ) ، لمعرفة تجانس التلوث ، أو تفاوت درجاته بهدف تحديد الجرعات الفعالة ، أو غير الفعالة الموجودة فى البيئة . ويؤدى هذا لإمكانية التنبؤ بمستوى استجابة الآفات الضارة ، وكذلك الأعداء الطبيعية لها (طفيليات ـــ مفترسات) .

٢ – دراسة تأثير التلوث الإشعاعى على عادات وسلوك الآفات الضارة ، والحشرات ، والكائنات الحية الأخرى النافعة ، والتى تعيش معها فى نفس البيئة . وفى هذا المجال .. نركز على انعكاس التلوث على الكفاءة التناسلية ، والاقتدار البقائى ، واحتمالات إصابة عوائل جديدة .

٣ – تحديد العلاقة بين التلوث الإشعاعى ، ودرجته ، والتوازن الموجود بين الآفات المختلفة ، ومعرفة ما إذا كانت هناك احتمالات لحدوث خلل فى هذا التوازن ؛ مما يؤدى لظهور آفات لم تكن تمثل أية خطورة فى الماضى .

٤ – هل هناك علاقة بين الإشعاع ، وحساسية العوائل النباتية للإصابة بالآفات الضارة ، وأثر ذلك على الإنتاجية .

٥ – لابد من إلقاء الضوء على أثر التلوث الإشعاعى على مكونات البيئة الزراعية : نبات ـــ تربة ـــ مياه رى ... وغيرها . كما يجب تحديد احتمالات وصول هذه التأثيرات لحد الخطر .

٦ – إلقاء الضوء على مدى تجمع الإشعاع ، أو تراكمه فى مكونات البيئة الزراعية ، على أن يشمل ذلك : الانسان ، وحيوانات اللحم ، والدواجن . ولم يزل التراكم الإشعاعى داخل أجسام الكائنات الحية محل جدل كبير بين علماء السموم والبيئة .

٧ – التأثير المشترك للإشعاع والمبيدات على الآفات الضارة بغرض الإجابة على السؤال المطروح ، والمتعلق بتأثير التلوث الإشعاعى على كفاءة وفعالية المبيدات المستخدمة فعلاً ضد الآفات المستهدفة . وهل هناك احتمالات أن يغير الاشعاع من كيفية إحداث التأثير السام للمبيدات ؟

٨ – لابد من تحديد إمكانية انتقال الإشعاع من الكائنات الدنيا إلى الراقية ، وذلك لمعرفة احتمالات حدوث تضخيم الضرر ، أو مستوى الإشعاع فى الانسان والحيوان من خلال الارتباط البقائى لقنوات السلسلة الغذائية .

٩ – تحديد إمكانية اكتساب الآفات الضارة لظاهرة المقاومة للإشعاع ، وكذلك دراسة احتمالات تأثير التلوث الإشعاعى على ظاهرة المقاومة الموجودة فعلاً لبعض المبيدات .

١ – إيجاد وسائل بسيطة لتقليل الضرر المحتمل من جراء تلوث البيئة بالإشعاع ، والمبيدات ، وغيرها من السموم حتى ولو كان هذا الضرر ضئيلاً .

ويوضح جدول (٨–٨) استجابة الحشرات الكاملة من دودة ورق القطن ، ويرقات الجيل الأول الناتجة من عذارى سبق تعريضها بالإشعاع لبعض المبيدات ، كما يوضح الخفض فى نشاط إنزيم الكولين إستريز .

يتضح من هذا الجدول أن تعريض عذارى هذه الحشرة للإشعاع أدى إلى إنتاج يرقات ذات حساسية عالية لفعل المبيدات الحشرية . وقد اختلفت درجة الحساسية تبعًا لطبيعة التزاوج بين الحشرات الكاملة ، كما يتضح كذلك أن التعريض للأشعة أعطى أطوارًا ذات نشاط منخفض لإنزيم الكولين إستريز ، عن الحشرات العادية ، وحدث ذلك فى اليرقات الناتجة من جميع التزاوجات ، وكذلك فى الإناث الناتجة من العذارى المشععة ولم يحدث تغير فى الذكور (حدث تنشيط كبير وصل إلى أكثر قليلاً من ضعف النشاط فى الإناث الناتجة من عذارى غير مشععة) .

ويهيب المؤلفان بالإخوة الباحثين فى مجالات الإشعاع ، والبيئة ، والسموم ، والحشرات أن يتكاتفوا ويعملوا من خلال خطة بحث قومية لتحديد الموقف فى مصر ، والإجابة عن التساؤلات التى حاولنا بقدر المستطاع إبرازها .

جدول (٨-٨) : استجابة الحشرات الكاملة من دودة القطن ويرقات الجيل الأول الناتجات من عذارى سبق تعريضها بالأشعاع لبعض المبيدات ، والخفض فى نشاط إنزيم الكولين إستريز .

الأطوار المعاملة بعد التعريض للإشعاع	الجرعة النصفية القاتلة ج ق ٥٠ لمبيدات (جزء فى المليون)			الخفض فى نشاط إنزيم
	لانيت	أوفيوناك	سوميثيون	الكولين إستريز
يرقات ناتجة من عذارى غير مشععة	٢,٦٩	١١,٣	٣٦,٣٢	
يرقات من إناث مشععة ، وذكور عادية	٠,٢٠	١,٢	٧,٨٢	٤٠,٣٢
يرقات من إناث عادية ، وذكور مشععة	٠,٨٥	٧,١	٢٨,٠٨	٣٣,٥٥
يرقات من إناث وذكور مشععة	٠,٤٢	١,٦٣	٨,٠٥	٨٣,٨٧
إناث من عذارى عادية	٠,٤٣	٦,٧٩	٢٢,٩٢	
إناث من عذارى مشععة	٠,١٤	٠,٢٦	٣,٨٩	٣٤,٦٩
ذكور من عذارى عادية	٠,٣٨	١٣,٢٤	٣٧,٠٠	
ذكور من عذارى مشععة	٠,٢٥	٠,٥١	١١,١٤	١٠٤,٩٦(+)

الفصـــل التاســع

المكافحـة السلوكيـة بالكيميائيات

أولاً : مقدمة
ثانياً : طبيعة الفورمونات
ثالثاً : توجيه الحشرات إلى مصدر الفورمون
رابعاً : نماذج لبعض الفورمونات الجنسية
خامساً : استخدامات فورمونات الجنس فى مكافحة الآفات الحشرية

الفصـــل التـــاســع

المكافحة السلوكية بالكيميائيات

Chemical behaviour insect control

أولاً : مقدمـــة

تعنى المكافحة السلوكية استخدام الكيميائيات التى تعمل على جذب الحشرة إلى جهة معينة ، بحيث يؤدى ذلك إلى القضاء عليها . وقد يحدث أثناء ذلك خلل فى النشاط الجنسى أو انحراف أحد الجنسين بعيدًا عن الجنس الآخر أثناء الشروع فى التزاوج ، أو قد يحدث اضطراب فى توجيه الحشرة لمسارها الطبيعى .

ومن المصطلحات التى جدت فى هذا الميدان ما يعرف بالبيئة الكيميائية ، وهى تعنى الكيمياء وعلاقتها بطرق الاتصال بين الكائنات الحية فى الطبيعة .

ويختص علم البيئة الكيميائية بتداخلات الكائنات الحية مع ما يحيط بها من خلال ما تنتجه أو تستقبله من كيميائيات . وحينما يتم تبادل الرسائل الكيميائية بين أفراد نفس النوع أو أنواع مختلفة ، يطلق على المواد الناقلة لهذه الرسائل Semiochemicals . وهذا الاصطلاح مشتق من الكلمة اليونانية Semeon ، والتى تعنى علامة أو إشارة . وتنقسم المواد الناقلة للرسائل إلى ثلاثة أقسام هى : الفورمونات Pheromones ، والألومونات Allomones ، **والكيرومونات** Kairomones . ويطلق على القسمين الأخيرين Alleiochemicals . ويمكن أن تعزى ناقلات الرسائل السابقة إلى مركب كيميائى واحد ، أو مخلوط من مواد كيميائية ينتجها الكائن الحى .

١ - الألومونات Allomones

يعنى المقطع اليونانى Allos + hormon إثارة الأخرين . وقد عرفت على أساس أنها عبارة عن رسائل كيميائية بين الكائنات الحية . تعطيها قدرة على التأقلم ، وغالبًا ما تستخدم لأغراض دفاعية ، أى أنها مواد ينتجها كائن حى ، وتؤدى إلى رد فعل فسيولوجى أو سلوكى لكائن حى من نوع آخر . وهى تفيد النوع المصدر للرسالة الكيميائية .

٢ - الكيرومونات Kairomones

يعنى المقطع اليونانى kairos استغلال أو انتهاز . وهى عبارة عن رسائل كيميائية متخصصة تعطى قدرة التأقلم للكائن إلى المستقبل للرسالة الكيميائية . وتشمل عددًا كبيرًا من الجاذبات ، وكذا منبهات الالتهام Phagostimulants ، والتى تساعد المفترسات فى إيجاد الضحية ، وكذا تساعد آكلات النبات فى أن تجد غذاءها النباتى ، أى أنها رسائل كيميائية من كائن حى تفيد كائنًا حيًّا آخر .

٣ - الفورمونات Pheromones

فى عام ١٩٥٩ أشار العالم البيوكيميائى الألمانى Peter karlson ، والعالم الحشرى السويسرى Martin Lucher إلى أن اصطلاح الفورمون Pheromone مشتق من المقطع اليونانى Pherein ، ومعناه (حمل) ، والمقطع hormon ، ومعناه (إثارة أو تنبيه) . وعمومًا .. فالفورمونات مواد كيميائية تطلق من فرد واحد من نوع ما لإحداث استجابة لسلوك متخصص ، أو تغيرات فسيولوجية لأفراد أخرى من نفس النوع . وقد هاجم العالم Kirschenblatt هذا الاصطلاح ، لأنه لا يعطى معنى دقيقًا للمنشأ الحقيقى ، واستخدم بدلاً منه اصطلاح Telergones ، وهو مشتق من المقطع اليونانى Tele ، ومعناه (من بعيد Afar) ، والمقطع Ergon ، ويعنى الفعل Action . ويندرج ذلك على جميع المواد ذات الطابع البيولوجى النشط ، والتى تفرز من الحيوان إلى البيئة ، حيث تؤثر على الكائنات الحية الأخرى . وهذه المواد ذات إفراز خارجى ، وتختلف بذلك عن الهرمونات التى تفرز داخليًّا ، وتؤثر على فسيولوجيا الكائن الحى المفرز للمادة . وعمومًا .. يستخدم اصطلاح Pheromone للتعبير عن المواد التى تفرز من الحيوان لتؤثر على سلوك الحيوانات الأخرى من نفس النوع . ويطلق على الفورمونات الشبيهة المصنعة Parapheromones ، كما يطلق على المواد التى تبطل الاستجابة Antipheromones .

وفى السنوات الأخيرة قام العام wilson بتقسيم الفورمونات إلى قسمين رئيسيين هما :

١ - الفورمونات الفورية Releaser pheromones

وتأثيرها مباشر على سلوك الحشرة ، وهى عبارة عن مواد تسبب تأثيرات سلوكية فورية للحشرة المستقبلة . وهى أساسًا مؤثرات خاصة بالرائحة ، ينحصر تأثيرها على الجهاز العصبى المركزى للحشرات المتأثرة (المستقبلة) .. ومن أمثلتها :

(أ) فورمونات خاصة بتتبع الأثر Trial following pheromones

(ب) فورمونات التحذير Alarm phermones

(جـ) فورمونات النشاط الجنسى (المثيرات الجنسية) Sexual activity pheromones (Aphrodisiacs)

(د) فورمونات التجمع Aggregation pheromones : وتشمل فورمونات التجمع للتزاوج Sex pheromones (Lures) وفورمونات التجمع للتغذية Food Lures وفورمونات وضع البيض . Oviposition Lures

(هـ) فورمونات الانتشار Dispersal pheromones .

٢ - الفورمونات التمهيدية Primar pheromones

وهى فورمونات تسبب تأثيرات فسيولوجية على المدى الطويل للكائن الحى المستقبل . وهى غير هامة فى هذه الدراسة .

ثانيًا : طبيعة الفورمونات The nature of pheromones

الفورمونات عبارة عن مواد تفرز خارج جسم الحيوان ، وحينما تتجه لفرد آخر من نفس النوع تحدث استجابة خاصة لهذا الفرد . وتختص الفورمونات بتنسيق أداء أفراد العشيرة ، وغالبًا ما تكون هامة فى السلوك الجنسى ، وكذا تنظيم السلوك فى الحشرات الاجتماعية .

وتعتبر بعض الفورمونات مثل الجاذبات الجنسية فى حرشفية الأجنحة مستقبلات خاصة بالشم يتأثر بها الجهاز العصبى المركزى . وتفرز بعض الفورمونات ، مثل تلك التى تسبب النضج فى الجراد من خلايا البشرة ، وفى حالات كثيرة توجد غدد مسئولة عن إفراز الفورمونات .

الفورمونات كجاذبات جنسية Pheromones as sex attractants

تستخدم الفورمونات فى الحشرات بغرض إيجاد الجنسين معا للتزاوج . وتعرف هذه الفورمونات بالجاذبات الجنسية Sex attractants ، وهى منتشرة فى حشرات حرشفية الأجنحة . وقد توجد أيضا فى بعض غمدية الأجنحة ، وغشائية الأجنحة ، ومستقيمة الأجنحة ، وبعض رتب الحشرات الأخرى . وفى معظم الحالات نجد أن الفورمونات تفرز بواسطة الإناث لجذب الذكور ، وأحيانًا قد تفرز من الذكور لجذب الإناث ، وفى أحيان أخرى قد ينجذب كلا الجنسين للرائحة

(أ) الفورمونات الجاذبة للذكور Pheromones which attract males

غالبًا ما تكون الغدد المنتجة للجاذبات الجنسية فى الإناث مابين الحلقات البطنية الأخيرة . وتعمل الحشرات على تنظيم انطلاق الرائحة ، وذلك بتعريض أو تغطية الغدد المفرزة للرائحة بواسطة حركات البطن ، أو بواسطة تقلص البطن . وعادة ما تفرز الرائحة فى أوقات محددة أثناء اليوم . وهى صفة مميزة للأنواع . وعلى سبيل المثال .. فإن ذكور Lobesia (من حرشفية الأجنحة)

تنجذب فقط للإناث مابين الساعة التاسعة مساء حتى منتصف الليل ، بينما تنجذب ذكور Heliothis للإناث مابين الساعة الرابعة صباحًا حتى بداية النهار ، بينما الأنواع ، مثل إناث Ephestia تطلق الفورمونات الجنسية فى أى وقت .

وعمومًا .. فإن الإناث لاتفرز الفورمونات بعد خروج الحشرة الكاملة مباشرة وحتى ٢٤ ساعة من الخروج ، ولكنها تبدأ عملية الإفراز بعد ذلك حتى يتم تلقيحها . وأحيانًا يفرز الجاذب الجنسى قبل خروج الأنثى ، وتتجمع ذكور Megarhyssa (من غشائية الأجنحة) على جذوع الأشجار الموجودة بها الإناث انتظارًا لخروجهم من طور العذارء ، كما تنجذب الذكور للإناث رغم خروجها من العائل التى تتعذر فيه . وبعد التزاوج ينخفض معدل الانجذاب فى عديد من الأنواع ، ففى فراشة الحرير على سبيل المثال .. والتى تتزاوج مرة واحدة رغم وجود المادة التى يخلق منها الفورمون فى خلايا الغدة . وفى بعض الأنواع مثل حشرة Trichoplusia ، والتى تتزاوج عدة مرات قد لا ينخفض انطلاق الفوورمون بعد التزاوج .

ويتم استقبال الرائحة بواسطة مستقبلات حسية خاصة بالرائحة موجودة فى قرون استشعار الذكور ، وعليه .. يلاحظ بشكل واضح أن قرون الاستشعار فى ذكور حرشفية الأجنحة ، والتى تنجذب للرائحة تكون من النوع المشطى المضاعف . ويعطى تنبيه أعضاء الحس بقرون الاستشعار بفعل رائحة الإناث فعلاً مميزًا لأعصاب قرن الاستشعار ، حتى مع التركيزات المنخفضة . ويؤدى تأثير الرائحة إلى إثارة الذكور ، كما يشجع التقاء الذكر مع الأنثى . وفى وجود الرائحة يوجه طيران الحشرة مع الريح ، وهذا يساعد على وجود الذكور بالقرب من الإناث . وقد يحدث هذا التجاذب من مسافات بعيدة جدًا ، فقد سجل انجذاب ذكور Actias selene للإناث من مسافة ١١ كيلو مترًا . ومن الصعب التأكد من أن الذكور قد انجذبت للإناث من هذه المسافة ، أو هل حدث الانجذاب حينما كانت الذكور بالقرب من الإناث . وفى ذكور حشرة Porthetria dispar تنجذب الذكور للإناث من مسافة ٣,٨ كيلو مترًا . وقد أوضح wilson عام ١٩٦٣ أن فورمون Gyplure يكون فعالاً على مسافة أكثر من ٤,٥ كيلو مترًا عندما تكون سرعة الريح ١٠٠ سم/ ثانية . وتقل المسافة المؤثرة مع سرعة الريح العالية واضطراب الهواء ، ولكن تحت الظروف الطبيعية ، وبفعل العوامل الطبوغرافية ، وحركة الهواء المحلية قد تقل هذه المسافة المحددة نظريًا . ومع التركيزات العالية من الرائحة تصبح الذكور أكثر إثارة ، وتفرد مقابض أعضاء التناسل الخارجية ، وتحاول التزاوج مع مصدر الفورمون .

وتعتبر الجاذبات الجنسية فى رتبة حرشفية الأجنحة غير متخصصة بالنسبة للنواع الواحد ، ولكنها تكون متخصصة لمجموعة من الأنواع ، ففى عائلة Saturniidae – على سبيل المثال – تستجيب جميع الأنواع بدرجة متساوية للجاذب الجنسى لأحد الأنواع . وهناك مجموعة أجناس متقاربة قد تستجيب كلية للجاذب الجنسى ، ولكن تكون الاستجابة أقل وضوحًا فى أجناس أخرى .

ويمكن الوصول إلى درجة التخصص النسبية مع زيادة عدد جزيئات الفورمون ، والذى يسمح ببعض درجات الاختلاف ، حيث تكون الاختلافات محدودة جدًا فى الجزىء الصغير . ويلزم أن يتميز الجاذب الجنسى بصفة التطاير ، وينخفض مستوى التطاير مع زيادة وزن الجزىء ، وعليه .. فإن هذا العامل يتعارض مع اتساع مدى التخصص ، وعليه .. فإن حجم جزىء الجاذب الجنسى يمثل توازنًا دقيقًا بين هذه الأسس المتعارضة (مدى التطاير ـــ مدى التخصص) . وقد أمكن عزل الجاذبات الجنسية كيميائيًا فى حالات قليلة . ويحتوى الجزىء على ١٠ – ١٧ ذرة كربون ، ويصل وزنه الجزيئى مابين ١٨٠ – ٣٠٠ .

(ب) الفورمونات الجاذبة للإناث Pheromones which attract females

توجد بعض الحالات القليلة التى تنتج فيها الذكور الجاذبات الجنسية ، مثل : سوس Anthonomus ، وحشرة Harpobittacus . وفى الحالة الأخيرة بعد أن يمسك الذكر ضحيته ويشرع فى التغذية عليها تمتد وتنقبض حوصلتان تقعان ما بين ترجات الحلقات البطنية الأخيرة ، وتنطلق منهما الرائحة التى تجذب الإناث حتى يتم الجماع .

(جـ) الفورمونات الجاذبة للجنسين معًا Pheromnes which attract both sexes

فى بعض الأحيان ينجذب كل من الذكر والأنثى للفورمون ، حيث تنتج أنثى حشرة Dendorctonus غير الملقحة رائحة تجذب الذكور والإناث الأخرى ، وبالإضافة إلى ذلك .. فهى تجذب هذه الحشرات للتغذية . ويستمر إفراز الفورمون حتى تتغذى الحشرة على الغذاء المناسب . وتفرز ذكور حشرة Lycus loripes (من غمدية الأجنحة) رائحة تجذب الخنافس الأخرى ، سواء الذكور أم الإناث . ويؤدى هذا إلى تجمع الخنافس على أزهار الغذاء النباتى Melilotus . ويحدث التزاوج أثناء تجمع هذه الخنافس . وتعتبر هذه الخنافس حشرات كريهة ذات لون أصفر ، تعمل الطيور على تجنبها ، وبالتالى يقل معدل تناقص تعداد هذه الحشرات لتدرب المفترسات على تجنبها ، كما تلعب الرائحة دورًا معينًا فى تكوين أسراب الحشرات ذات البيات الشتوى من عائلة Coccinellidae ، حيث يتم التزاوج قبل انتشار الحشرات .

ثالثًا : توجيه الحشرات إلى مصدر الفورمون

Insect orientation to an odor source

ظهر العديد من النظريات فى محاولة لتفسير كيفية توجيه الحشرة إلى مصدر الفورمون :

١ – نظرية التوجيه أو التفاعل مع التيار الهوائى Positive anemotaxis

وهى النظرية التى تلقى قبولاً من معظم الباحثين فى هذا المجال . وتشير إلى أن الحشرات تتوجه إلى

مصدر الرائحة ، وهى تتبع التيار الهوائى الذى يحمل الرائحة ، حتى تصل إلى مصدر الرائحة . والتوجيه هنا بفعل التيار الهوائى Positive anemotaxis ، وليس بفعل المادة الكيميائية . ويعمل الفورمون على استمرار حفظ التوجيه بفعل التيار الهوائى . وفى غياب المنبه ، أى عندما تفقد الحشرة التيار الهوائى المحمل بالرائحة الخاصة ، فإن الحشرة تفقد هذا التوجيه ، وربما تسير فى اتجاه آخر . وتستمر فى الطيران بطريقة المحاولة والخطأ ، حتى تستعيد مسارها الأصلى ، وذلك عندما تهتدى إلى تيار الهواء المحمل بالرائحة .

٢ – نظرية انتقال سحب الرائحة فى صورة خيطية
Filamentous nature of the odor cloud

افترض wright عام ١٩٥٨ أن توجيه الحشرة إلى مصدر الرائحة يعتمد على أن الهواء يحمل سحب رائحة خيطية غير متماثلة . وقد أشار إلى أن طيران الحشرة فى الاتجاه الصحيح ناحية مصدر الرائحة يتم من خلال استقبال الحشرة أثناء الطيران لمعلومات حسية فى صورة سلسلة من النبضات الناتجة من مرورها خلال الجزيئات ذات الكثافة العالية ، والتى تتبادل مع الجزيئات ذات الكثافة المنخفضة . وكلما اقتربت الحشرة تجاه مصدر الرائحة تقل الفترة بين النبضات ، وتحتفظ الحشرة فى هذه الحالة بخط طيران ثابت . وفى غياب مصدر الرائحة ، أو عندما تطول الفترة بين النبضات تسلك الحشرة فى طيرانها خطًا متعرجًا . وتفتقر هذه النظرية إلى التجارب التى تؤيدها .

٣ – نظرية الأشعة تحت الحمراء   Infrared Orientation

هناك العديد من الدراسات التى تفسر توجيه ذكور الفراشات من مسافات بعيدة بغرض التزاوج ، وذلك بفعل الأشعة تحت الحمراء . ولقد بنيت هذه النظرية على أساس أن توجيه الحشرة تجاه مصدر الرائحة لايمكن أن يتم خلال وسط من جزيئات الرائحة ، وخاصة فى حالة المسافات البعيدة ، وإنما يتم ذلك بتأثير الأشعة تحت الحمراء . وعمومًا .. لم تلق هذه النظرية قبولاً .

المسافة الفعالة لتوجيه الحشرة إلى الجاذب الجنسى
Effective distances for orientation to sex phermone

أظهرت الدراسات على حشرة Gypsy moth أن الذكور تستطيع أن تصل إلى مصدر الجاذب الجنسى من مسافة تقدر بحوالى ١٨٢٠ – ٢٤٢٠ متر مع سرعة رياح ٣٠٠ – ٥٠٠ سم/ ثانية ، كما أن هناك بعض الذكور القليلة التى أمكن جمعها من مصايد الجاذبات الجنسية قطعت مسافة حوالى ٢,٣ ميل . وعموماً .. فإن المسافة الفعالة لتوجيه الحشرة إلى الجاذب الجنسى تعتمد على التركيز الحرج لتنبيه الذكور ، وكذا معدل إطلاق الإناث للجاذب الجنسى .

(أ) التركيز الحرج لتنبيه الذكور Threshold for male stimulation

أظهرت الدراسات المعملية أن ذكور الحشرات تحتاج لتنبيه نشاطها إلى الحد الحرج المنخفض من التركيز الجزيئي للفورمون ، وأن التركيزات العالية قد تكون هامة أو غير هامة لإحداث التوجيه أو التفاعل مع التيار الهوائى . وقد قام Shorey ، Gaston عام ١٩٦٤ بتشبيع أوراق الترشيح بتركيز $١٠^{-٥}$ ميكروجرام من إناث حشرة Cabbage looper ، ووضع أوراق الترشيح فى تيار هوائى ، وسمح للذكور بالمرور على أوراق الترشيح . وكان هذا التركيز قريبًا من الحد الحرج للتنبيه . وقد وجد أن نصف عدد الذكور استجاب لهذا المصدر ، وذلك باهتزاز أجنحته خلال ٣٠ ثانية . وقد وجد أن معدل انطلاق الفورمون من ورق الترشيح كان حوالى ٨٪ فى كل دقيقة خلال الدقائق الأولى التى تلت عملية تشبيع أوراق الترشيح . وقد بلغ التركيز الحرج للتنبيه تحت الظروف السابقة حوالى ٢×١٠^{-٧} ميكروجرام/ لتر من الهواء .

(ب) معدل إطلاق الإناث للجاذب الجنسى Female release rate

لم تعرف بعد ميكانيكية تخليق و نقل و إطلاق الجاذب الجنسى فى الحشرات و من الغدد المتخصصة لإفرازه . وقد قام Stein brecht عام ١٩٦٤ بمقارنة معدل إطلاق الجاذب الجنسى من عدد إناث فراشة الحرير الحية مع معدلها من أوراق الترشيح المشبعة بالفورمون المستخلص ؛ ووجد أن معظم الفورمون النشط يلزم أن يوجد على سطح الغدة فى صورة جاهزة للانطلاق عند تنبيه الغدة ، كما وجد أن معظم نشاط الجاذب الجنسى يتم إنتاجه من الإناث الحية . وقد وجد نفس العالم أن متوسط ما تحتويه أنثى فراشة دودة الحرير يوم خروجها من العذراء حوالى ١,٥ ميكروجرام . وقد وجد Gaston & Shorey عام ١٩٥٦ أن أنثى Cabbage looper الناضجة تحتوى على ١ ميكروجرام من الفورمون (النتيجة محسوبة من المستخلص الإيثيرى للبطن) ، بينما وجد Berger عام ١٩٦٦ أن نفس الحشرة تحتوى على ٢ ميكروجرام من الفورمون الجنسى (النتيجة محسوبة من الإناث الحية) . ويرجع هذا التعارض إلى :

١ – أن مقوى الفورمون Pheromone potentiator قد يفرز من الإناث الحية ، ولكنه لايفرز من المستخلص المشبع فى ورق الترشيح .

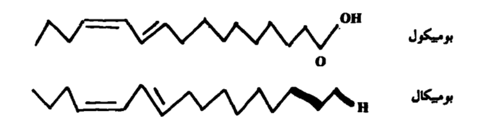
٢ – قد يحفظ معظم الفورمون فى صورة غير نشطة ، ثم يتحول بسرعة إلى الصورة النشطة ليحل محل ما تم فقده من الفورمون .

٣ – بالإضافة إلى الفورمون الجنسى ، فإن مثبط الذكور قد يوجد فى المستخلص الإيثيرى لنهايات بطن الإناث .

رابعًا : نماذج لبعض الفورمونات الجنسية

١ – البومبيكول Bombykol

أول فورمون تم عزله وتعريفه وهو الفورمون الجنسى لفراشة دودة الحرير . وتطلق إناث الفراشات غير القادرة على الطيران هذه المادة لجذب الذكور بغرض التزاوج . وحديثًا تم تعريف مركب ثان ، وهو البومبيكال Bombykal ، حيث يعتبر جزءًا من فورمون هذا النوع .



٢ – بروبيلور Propylure

أظهر كفاءة فى المعمل لجذب ذكور دودة اللوز القرنفلية ، ولكنه غير فعال فى المصايد الحقلية ، ورمـزه الكيميائى :

يد ك

(ك يد٣ ـ ك يد٢ ـ ك يد٢)٢ ك = ك يد (ك يد٢)٢ ك = يد (ك يد٢)٤ أ ك أ ك يد٣ يد

٣ – هكسالور (Hexamone ®) Hexalure

مركب مخلق أظهر فاعلية فى جذب ذكور دودة اللوز القرنفلية فى الحقل .

٤ – برودنيا لور Prodenia lure

فعالة فى جذب ذكور دودة ورق القطن .

٥ – مسكالور (Muscamone ®) Musca lure

فعال فى جذب ذكور الذباب المنزلى إلى الإناث .

٦ – جراند لور (Grandamone ®) Grand lure

فعال فى جذب ذكور سوس اللوز Anthonomus grandis إلى الإناث .

٧ - جبتول **Gyptol**

فعال فى جذب ذكور حشرة Porthetria dispar فى المعمل والحقل إلى الإناث .

٨ - دسبارلور **(Disparmone ®) Dispar lure**

فعال فى جذب ذكور الحشرة السابقة إلى الإناث .

٩ - سيجلور **Siglure**

وهو فعال فى جذب ذكور ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط .

١٠ - بربلانون **Periplanone B**

تستجيب ذكور الصرصور الأمريكى Periplaneta americana لحوالى $١٠^{-١٤}$ ميكروجرام من مادة بربلانون B .

خامسًا : استخدامات فورمونات الجنس فى مكافحة الآفات الحشرية
Uses of sex pheromones in insect control

يمكن استخدام الفورمونات فى برامج مكافحة الحشرات بوسيلتين ، هما :

(أ) حصر الكثافة العددية للآفة Population density surveys

(ب) المكافحة السلوكية المباشرة Direct behavioral control

وللفورمونات أهمية كبرى فى عمليات الحصر لتقدير معدل الكثافة العددية للآفة فى مجال المكافحة ، حتى يمكن اختيار وتنظيم وتوجيه برامج المكافحة نحو الآفة ولعل الجذب الجيد يكون دلالة على حدوث الإصابة قبل انتشارها . وقد يصلح أيضًا فى إظهار مدى تأثير برامج المكافحة المستخدمة من خلال عمليات الحصر . وعمومًا .. فإن الفورمون المثالى هو الذى لاتجد الحشرة مشقة فى البحث عنه ، وتنجذب إليه بسرعة فائقة .

أما الاستخدام المباشر للفورمون فى المكافحة السلوكية ، فهو يحتاج إلى معرفة كاملة بفسيولوجيا الحشرة المستهدفة . ويمكن تقسيم الطريقتين إلى :

١ - تنبيه السلوك Stimulation of behaviour

٢ - تثبيط السلوك Inhibition of behaviour

وتعتمد الطريقة الأولى على قدرة الفورمون على إحداث توجيه أو تفاعل مع التيار الهوائى من مسافة ما . ومن هنا يمكن استخدام الفورمون مع المصايد ، أو مع الطعوم ، أو مع وسائل أخرى يمكن للإنسان اختيارها . ويمكن من خلال هذه الوسيلة التحكم فى تعداد الآفة . أما الطريقة الثانية ، فهى تعنى *تشبع الجو المحيط* بالفورمون ، وبالتالى *تمنع* توجيه الحشرة إلى مصدر الفورمون العادى .

١ – تنبيه السلوك أو إحداث التوجيه **Causing orientation**

(أ) الفورمون منفردًا كمصدر للتوجيه

Phermone alone as the orientation source

١ – التوجيه إلى عائل غير مناسب **Orientation to an inappropriate host**

تفرز فورمونات التجمع لخنافس القلف فقط بعد تغذية الخنافس الأولى على أشجار العائل المناسب ، وبذا تعمل على توجيه الموجات التالية من الخنافس للاتجاه إلى هذا العائل للتغذية عليه . وفى وجود الفورمون يتم تجمع الحشرات وهجوم الخنافس على العائل ، حتى ولو كان غير مناسب . ويمكن من خلال ذلك استخدام فورمونات التجمع بوضعها على عوائل غير مناسبة ، بحيث تتجمع عليها الحشرات . وقد تكون هذه العوائل سامة ، فيتم القضاء على الآفة .

٢ – التوجيه إلى المصيدة **Orientation to a trap**

فى العديد من أنواع الحشرات ، خاصة حرشفية الأجنحة نجد أن القضاء على الذكور باستخدام طعوم فورمونات الجنس الأنثوية فى المصايد تعتبر وسيلة ناجحة وفعالة فى مجال المكافحة . ومصدر الفورمون يكون من إناث حديثة غير ملقحة ، أو مستخلصاتها ، أو المركبات المخلقة (المصنعة) . وتعتمد هذه العملية على قدرة فوروموں المصيدة على منافسة الفورمون الموجود فى الإناث الطبيعية . ولعل توجيه عدد كبير من الذكور إلى المصيدة لايتيح لمعظم الإناث الموجودة فى الطبيعة إجراء التلقيح . وقد أشار knipling ، McGuire عام ١٩٦٦ إلى أن طريقة المصايد باستخدام الفورمون تظهر كفاءتها عندما يكون مستوى تعداد الآفة منخفضًا ، أو عندما تكون نسبة الإناث الموجودة بالمصايد مساوية للإناث البرية .

ويمكن القضاء على الذكور باستخدام المصايد بعدة طرق . وأبرز طريقة هى تغطية المصيدة بمادة لاصقة تمنع حركة الذكور عند ملامستها لسطح المصيدة . ويعيب هذه المواد أنها تفقد قدرتها اللاصقة بعد تعرضها للهواء ، أو فى الظروف الباردة . وقد تصبح عديمة الفاعلية عند تغطيتها بأجسام الذكور التى تم اصطيادها . وهناك وسيلة أخرى للقضاء على الذكور باستخدام المصايد هى إضافة المبيدات الحشرية ، فقد وجد Martin & Graham عام ١٩٦٣ أن مادة سيانيد الكالسيوم لاتعتبر

مادة طاردة لدودة اللوز القرنفلية ، وعليه .. يمكن استخدامها لقتل الذكور التى تجذب لمصايد الفورمونات .

وهناك محاولات وتجارب عديدة لاستخدام مصايد الفورمونات أظهرت فشلها فى القضاء على ، أو خفض تعداد كبير من الآفات مثل : Gypsy moth ، Grapeuine moth . ويرجع السبب فى ذلك إلى فشل فورمون المصيدة فى منافسة الفورمون الموجود بالإناث البرية . ومن هنا يلزم إجراء المزيد من الدراسات البيولوجية ، حتى يمكن النصح باستخدام مصايد الفورمونان فى برامج المكافحة ، وذلك عند نجاحها فى منع الإناث البرية من التزاوج . ***وأهم العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار هى :***

١ – يلزم تقييم الأماكن الطبيعية التى يتوجه إليها كل من الجنسين ، وإلى أى مدى يتم تجمعهما قبل حدوث الاتصال بفعل الفورمون .

٢ – المدى الذى يكون فيه الاتصال بفعل الفورمون مؤثرًا .

٣ – نوبات إفراز الإناث للفورمون ، ومدى استجابة الذكور لها .

٤ – مدى طيران الذكور ، وكذلك الإناث الملقحة .

٥ – مرات تزاوج الذكور والإناث .

٦ – التوزيع الموسمى والجغراف للحشرة .

٧ – مدى تداخل الفورمون مع المنبهات الكيميائية أو الطبيعية الأخرى الموجود بالبيئة ، والتى تؤثر على سلوك التوجيه .

ولعل من أبرز المشاكل التى تواجه استخدام طريقة مصايد الفورمونات هى وجود تعداد من الإناث الحية داخل المصيدة . ومن المعروف أن الإناث تتميز بإفرازها للفورمون فى وقت معين اثناء اليوم . ولايمكن توقع إفراز الفورمون من الآفات داخل المصيدة قبل موعد إفرازه بالنسبة للإناث البرية . وداخل هذه الظروف المقيدة قد تفرز المصيدة فورمونها بعد الاناث البرية ، وبذا تقل أهمية هذه الوسيلة . ولعل التغلب على هذه المشكلة يصبح أمرًا يسيرًا عند تخليق ، أو إيجاد الفورمونات المصنعة ، والتى يمكن استخدامها لسببين : الأول قدرتها على الميزة الزمنية ، حيث إن الفورمون المخلق يمكن أن يوجه الذكور إليه قبل إفراز الإناث البرية للفورمون . والسبب الثانى هو التكلفة الاقتصادية .. فاستخدام الفورمون المخلق على نطاق واسع قد يكون قليل التكلفة ، ويوفر فى نفس الوقت إمكانية تدبير مئات أو آلاف الإناث لكل مصيدة .

٣ – التوجيه إلى المصدر التعقيمى Orientation to a sterilization source

اعتمادًا على كثير من المتغيرات ، مثل سلوك تزاوج الحشرة المستهدفة ، وتعقيم الذكور المتجهة إلى مصدر الفورمون ، فإن هذه الوسيلة قد تكون أكثر فاعلية من القضاء على الذكور باستخدام مصايد

الفورمونات ، فقد تلامس الذكور المعقم الكيميائى الموجود فى مصيدة الفورمون ، ثم تعود مرة أخرى إلى الطبيعة . وفى هذه الحالة نجد أن تزاوجها مع إناث طبيعية يؤدى إلى إنتاج بيض غير مخصب . وفى هذه الحالة يلزم للذكور العقيمة أن تكون ذات قدرة تنافسية كاملة مع الذكور الطبيعية .

(ب) الفورمون والضوء كمصدر للتوجيه

Pheromone plus light as the orientation source

أظهرت الأبحاث على سلوك الحشرات الليلية Nocturnal من رتبة حرشفية الأجنحة أن وجود الضوء مع الفورمون يساعد فى توجيه الحشرة بشكل أفضل من وجود الفورمون منفردًا ، كما أظهر كثير من الدراسات سيادة الضوء عن مصدر الفورمون فى توجيه الفراشات إلى مصدر الفورمون .

٢ - منع التوجيه Preventing orientation

يشير التوجيه الفسيولوجى لسلوك الذكور فى استجابتها لفورمون الجنس فى الحشرات إلى ما يسمى بالتكيف أو الأقلمة Adaptation . وتظهر الأقلمة إذا انخفضت الاستجابة للمنبه المختبر نتيجة لظروف المنبه السابق . وقد يحدث هذا على مستوى المستقبل ، حيث ينخفض مستوى استجابة الخلايا الحسية فى قرون الاستشعار بعد تعرضها للتنبيه الهرمونى . ويؤدى ذلك إلى حاجة الحشرة لتركيز مرتفع من الفورمون ، حتى تحدث الاستجابة ، وأن يستمر هذا التركيز لفترة من الوقت بعد التعريض . ومن المحتمل أن يكون ذلك راجعًا إلى حدوث أقلمة أو تكيف لذكور الفراشات . وقد تظهر الأقلمة فى شكل انخفاض تعداد ذكور الفراشات ، وقصر فترة النشاط الجنسى لها بحثًا عن الآفات ، ولذا فإن النشاط الجنسى لذكور ذبابة Culliseta inornata يستغرق عدة دقائق عند تعرضه للفورمون ، ولايتم تجديد النشاط الجنسى لها عند تعريضه للفورمون إلا بعد مرور عدة ساعات من ظهور حالة النشاط الجنسى الأولى ، وعليه .. فإن الأقلمة يمكن تقبلها كنظرية تشير إلى كيفية وجود الحشرات فى حالة توجيه إلى مصدر الفورمون ، وكيف يمكن للمؤثر الفورمونى إظهار حالة التوجيه أو الاستجابة إذا توقف المنبه الفورمونى خلال مرحلة التكيف .

وتعنى طريقة منع التوجيه نشر الفورمون المخلق بكمية كافية فى منطقة كبيرة ، بحيث يتخلل الهواء بمستويات كافية ومرتفعة . وتؤدى إضافة الزيادة من الفورمون بفعل الإناث الطبيعية البرية إلى توقف الإدراك الحسى للذكور ، وبالتالى تفشل فى العثور على الإناث ، وبذا لايتم التزاوج . ويطلق على هذه الطريقة إرباك أو إحداث الفوضى فى الذكور Male confusion technique – وقد يكون هذا الاصطلاح غير دقيق ، لأنه يعنى أن الذكور قد نبه نشاطها بالفورمون ، ولكنها غير قادرة على التوجه نحو الإناث الطبيعية لوجود الفورمون فى كل مكان . وقد ظهر اصطلاح آخر هو Male inhibition

technique ، أو تثبيط الذكور ، وهو أكثر تحديدًا من السابق ، حيث إن استجابات الذكور للفورمون الطبيعى أو المخلق قد يحدث لها تثبيط كلى . ومن هنا يلزم تحديد كمية الفورمون اللازمة لإحداث التثبيط قبل إجراء هذه الطريقة . وقد افترض wright عام ١٩٦٥ أن تركيز الفورمون القادر على تشبيع أعضاء الاستقبال الحسية تمامًا هو ١٠° أعلى من الحد الحرج اللازم لإحداث الاستجابة . ويقال إن الخلايا الحسية التى تقوم بالتقاط الإشارات الحسية من الجنس الآخر يتم إغلاقها بفعل التركيز العالى من الفورمون . وتعتمد إمكانية تطبيق هذا البرنامج على التكاليف الاقتصادية ، بالإضافة إلى مستوى البيولوجى للمادة الكيميائية المستخدمة .

وقد أجرى عديد من التجارب فى مصر باستخدام هذه الطريقة ضد دودة اللوز القرنفلية ، ودودة ورق القطن بغرض خفض كميات المبيدات الحشرية لمكافحة الآفات . وقد أظهرت هذه الدراسات انخفاض معدلات وضع البيض لهذه الحشرات كنتيجة للمعاملة بالفورمون . ويلزم فى هذه الطريقة إطلاق الفورمون لعدة أسابيع ، حتى يمكن الحصول على نتيجة طيبة . ويتأتى ذلك باستخدام كبسولات صغيرة بها مستحضر الفورمون ، وذلك لحماية الفورمون من التحلل بفعل الظروف البيئية ، وكذا السماح بإطلاقه لفترات طويلة . ويطلق على هذا المستحضر Micro encapsulated formulation ، ويمكن استخدام آلات الرش العادية فى معاملته . ويمكن استخدام الشحنات الإلكتروستاتيكية فى محلول الرش لزيادة التصاق أو ارتباط الفورمون بالمجموع الخضرى ، وتقليل الفاقد فى التربة .

تأثير عمر الحشرة على معدل الإنتاج ومدى الاستجابة للفورمون الجنسى

هناك عديد من أنواع الحشرات لها القدرة على إنتاج الفورمونات الجنسية طوال فترة حياتها ، بداية من خروج الحشرة الكاملة ، إلا أن بعضها لايصل إلى مرحلة النضج الجنسى إلا بعد فترة معينة . ويتوقف إنتاج الفورمون قبل موتها الطبيعى بفترة معينة . وفى نفس الوقت نجد أن الجنس المستجيب قد يكون أو لايكون ناضجًا جنسيًا وقت الخروج إلى الحشرة الكاملة ، وعليه .. فإن هناك عدة عوامل تؤخذ فى الاعتبار لمعرفة وجود الجاذب الجنسى أو المثير الجنسى فى أى حشرة .

تأثير الوقت من اليوم على معدل إنتاج الفورمون الجنسى وعملية التزاوج

من المعروف أن الجاذب الجنسى فى الحشرات يفرز قبل أو أثناء الفترة من اليوم التى يتم فيها التزاوج . ويمكن بذلك معرفة الوقت الذى يوجد فيه الفورمون الجنسى ، وبالتالى الوقت الذى يمكن فيه استخلاصه ، أما فى حشرة Sugar - beet wire worm ، فإن الفورمون الجنسى يفرز من الإناث ، ثم يخزن فى جسمها فى صورة مرتبطة ، بحيث تتمكن من إطلاقه عند رغبتها فى جذب الذكور . ومن المعروف أن هناك عديدًا من أنواع الحشرات تنتج الفورمونات الجنسية متى احتاجت لها .

اقتصاديات مكافحة الآفات بالفورمونات

أجريت بمصر عامى ١٩٨٥ ، ١٩٨٦ تجارب رائدة لإلقاء الضوء على اقتصاديات العلاج بالفورمونات ضد ديدان اللوز ، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية . وقد أجريت هذه التجارب رشاً بالطائرات فى حقول القطن بمحافظات الفيوم وبنى سويف بغرض تحديد موعد بدء العلاج ، ومدى فاعلية الفورمونات ، بالإضافة إلى اقتصاديات العلاج بالفورمونات ، بالمقارنة بالمبيدات الموصى بها .

تمت المعاملة بثلاث مركبات من فورمون دودة اللوز القرنفلية فى الصور التالية : الكبسولات الدقيقة **Micro capsules** ، والرقائق الصغيرة **Laminated flakes** ، والألياف المجوفة **Hollow fibres** وقد أظهرت الدراسة أن التكلفة الإجمالية للمعاملة بالفورمون (٤ رشات) تبلغ حوالى ٤٧ جنيهًا بالمقارنة بـ ٥٣ جنيهًا فى حالة استخدام المبيدات ، كما أوضحت النتائج فى محافظة الفيوم ارتفاعاً طفيفاً فى نسبة الإصابة بدودة اللوز القرنفلية فى الحقول المعاملة بالفورمون أكثر من تلك المعاملة بالمبيدات ، حيث بلغت ٦,٤ ، ٥,٢٪ على الترتيب ، بينما بلغت نسبة الإصابة بدودة اللوز الشوكية ١٠ ، ٧٪ عند المعاملة بالفورمون والمبيدات على الترتيب . وعلى العكس من ذلك .. كانت نتائج محافظة بنى سويف مشجعة ، حيث بلغت ٧,٧٪ فى الحقول المعاملة بالفورمونات ، بالمقارنة بـ ٩,٣٪ فى حقول القطن المعاملة بالمبيدات . ومن الجدير بالذكر ازدياد تعداد الأعداء الحيوية فى الحقول المعاملة بالفورمون بنحو ٢٥٪ . وأوضحت النتائج ضرورة بدء العلاج بالفورمونات بمجرد تكوين البراعم الزهرية على نباتات القطن ، وخاصة فى الزراعات المبكرة .

تستحق الدراسة السابقة كثيرًا من الاهتمام كأحد عناصر التحكم المتكامل للآفات ، والتى تعتمد فلسفتها كما سبق الذكر على استخدام المبيد الكيميائى المتخصص كوسيلة حاسمة عند فشل الطرق الأخرى فى إعطاء مكافحة فعالة وناجحة ... وتحتاج مثل هذه الوسائل إلى دراسات بيئية مكثفة تتعلق بجميع أوجه النظام البيئى الزراعى ، حتى تحتل مكانها ضمن برامج مكافحة آفات القطن ، وحتى يمكن إعداد الدراسات الكافية للتطبيق الميدانى ، فهى على الأقل من أهم وسائل التحذير لمعرفة تعداد الآفة ، حتى إذا وصلت إلى الحد الحرج الاقتصادى يمكن التدخل بالمبيد الكيميائى المتخصص .

الفصـــل العاشـر

منظمات النمو الحشرية

أولاً : مقدمة
ثانياً : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط الهورمونى الشبابى
ثالثاً : التركيب الكيميائى لمشابهات هورمون الشباب
رابعاً : التأثيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية لهورمونات الشباب
خامساً : تخصص الأنواع
سادساً : إمكانية تطبيق هورمونـات الشباب

الفصـــل العـــاشـر

منظمات النمو الحشرية

Insect Growth Regulators

أولاً : مقـــدمة

أوضحت الدراسات الإلكتروفسيولوجية أن الممرات الأيونية بالغلاف العصبى هى أماكن تأثير مركب الـ د .د .ت ، والبيرثرويد . بينما تتداخل المبيدات الفوسفورية العضوية ، ومركبات الكاربامات مع إنزيم الإسيتيل كولين إستريز . وبناءً على طريقة الفعل .. فإن تخصص هذه المبيدات ضد الحشرات بالمقارنة إلى الفقاريات يعتمد على كمية السم المعامل ، أى أنه تخصص كمى Quantitative selectivity . وقد يزول التخصص عندما يميل المبيد إلى الثبات والتراكم فى البيئة وأنسجة الحيوان . ومن المعروف أن المبيدات الحشرية تتداخل مع النظم البيوكيمائية الموجودة فى كل من الحشرات والفقاريات ، وينخفض مستوى حساسية الفقاريات للمبيد غالبًا ، نظرًا لاختلاف مستوى نفاذية المبيد ، ومعدل هدمه وتنشيطه . وفى بعض المبيدات الحشرية ، خاصة مجموعة الكاربامات قد يظهر التخصص الكمى بين أنواع الحشرات . وفى الغالب يكون اختلاف الحساسية ضعيفًا بين نوع الآفة (مجال المكافحة) ، وغيرها من الحشرات غير المستهدفة ، ويؤدى ذلك إلى موت الأعداء الحيوية لبعض أنواع الحشرات نتيجة المعاملة بالمبيد الحشرى ، وظهور الآفة بشكل وبائى ، وكذا ظهور مقاومة لفعل المبيد .

ظهرت فى السنوات الأخيرة مجموعة من المبيدات الحشرية الحديثة تتميز بالتخصص النوعى ، Qualitative selectivity ، حيث تتداخل مع بعض النظم الفسيولوجية المتخصصة فى الحشرات ، والتى تعرف بها مفصليات الأرجل دون غيرها من الحيوانات . وتسمى هذه المجموعة من المبيدات بـ « منظمات النمو فى الحشرات » Insect Growth Regulators (IGR'S) ، مثل : مشابهات هورمون الشباب ، ومثبطات التطور فى الحشرات Insect Development Inhibitors (IDI'S) . وتتميز هذه المجموعة من المركبات بنشاطها الإبادى المنخفض ، وعدم قدرتها على إحداث الفعل الإبادى الفورى . ويعنى الفعل الإبادى البطىء أن التطبيق المثالى لهذه المركبات يحتاج إلى فترة طويلة بين المعاملة والتقييم . وحتى عهد قريب .. كانت طرق التقييم القياسية للمبيدات الحشرية ، فى معظم شركات المبيدات ، مصممة أساسًا لدراسة التأثير على المدى القصير بحيث لاتزيد فترة التقييم عن

ثلاثة أيام . وقد اتضح الآن أن هذه الفترة قصيرة لإظهار فعل العديد من منظمات النمو ومثبطات التطور الحشرى . وتوضح الخبرة الناتجة من خلال الدراسات فى هذا الميدان ، أن تقييم التأثيرات على المدى الطويل عملية فى غاية التعقيد غالبًا ، بالإضافة إلى تكلفتها الاقتصادية العالية . وكحقيقة مسلم بها .. نجد أنه غالبا ما تكون منظمات النمو ، ومثبطات التطور الحشرى فعالة على طور معين ، أو على عدة أطوار خلال فترة حياة الحشرة ، اضف إلى ذلك أن معظم الحالات توضح التأثير الإبادى المتخصص لهذه المركبات . ومن الوجهة الاقتصادية .. نجد أن هذه الصفات لاتشجع شركات المبيدات على إنتاج هذه المركبات ، حيث تفضل إنتاج مبيدات تتميز بالمدى الواسع للتأثير Broad spectrum ؛ لذا يلزم تعاون كافة الهيئات والمنظمات الدولية مع الحكومات والشركات المنتجة ، حتى يتسع نطاق إنتاج هذه المركبات .

جهاز الغدد الصماء فى الحشرات The insect endocrine system

يتحكم جهاز الغدد الصماء ، فى عملية النمو والتطور فى الحشرات ، بالتعاون مع الجهاز العصبى ، كما يهيمن على المنبهات الداخلية والخارجية المؤثرة على هذه الوظائف . وتشمل الأجهزة المسئولة الخلايا العصبية المفرزة فى المخ Neurosecretory cells (NSC) ، حيث يمر إفرازها عبر المحاور العصبية إلى :

١ – غدة الجسم القلبى Corpus cardiacum (C.C.)

ويتحول فيها الهرمون المفرز من خلايا (NSC) من الحالة الخاملة إلى الحالة النشطة ، ويطلق عليه هرمون المخ Prothoracicotropic hormone (PTTH) ، أو Brain hormone .

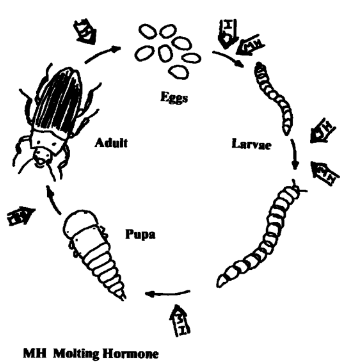
٢ – غدة الصدر الأمامى Prothoracic gland (P.G.)

وهى التى تفرز هرمون انسلاخ أو نمو Moulting hormone ، أو Ecdysone . ويتم تنشيط إفرازه بفعل هرمون المخ ويعمل على تنبيه دورة النمو كما يقوم بالمساعدة فى بناء الجليد الجديد ، ونضج أنسجة الحشرة قبل التخلص من الجليد القديم .

٣ – غدة الجسم الكروى Corpus Allatum (C.A.)

وهى قريبة من (C.C.) ، ويقع نشاط هذه الغدة تحت تأثير المخ وتفرز هرمون Juvenile hormone (JH) ، أو ما يسمى بهرمون الشباب أو الطفولة ، أو ثبات الحالة Neotenin . ولايفرز هذا الهرمون فى الحشرات الكاملة لفترة طويلة ، أو بكميات كبيرة . وهو هرمون غير متخصص .

ويلاحظ أن هناك توازنًا فى إفراز هرمون النمو والشباب ، ويحدث التطور أو انتقال الحالة نتيجة لنقص مستوى هرمون الشباب فى الدم ، وزيادة مستوى هرمون النمو والانسلاخ شكل (١٠–١) .



شكل (١٠ – ١) : التنظيم الهورمونى لتطور وتكاثر حشرة Terebrio molitoe .

وعمومًا .. يمكن القول بأن هناك هرمونين مسئولين عن تنظيم انسلاخ اليرقة هما :

(أ) هرمون الشباب (ثبات الحالة) Juvenile hormone وهو يمنع الحشرة من النضج واكتمال النمو .

(ب) هرمون الانسلاخ Moulting hormone (Ecdysone) وهو ضرورى لامتصاص الجليد القديم ، وترسيب Deposition ، وصلابة Hardening ، ودبغ Taning الجليد الجديد ، وعمومًا .. فهذا الهرمون ضرورى لعملية الانسلاخ .

يتم تخليق هرمون الشباب وإفرازه من غدتين فى رأس الحشرة ، وعند إزالة الغدتين تتحول الحشرة إلى طور العذراء ، أو الحشرة الكاملة ؛ لذا .. فإن هذا الهرمون ضرورى جدًا لمنع تطور الحشرة خلال دورة حياتها . وحينما تصل الحشرة إلى حجم مناسب تتوقف عن التغذية وتنسلخ إلى طور العذراء ، ويتم الانسلاخ عند انخفاض مستوى هرمون الشباب ؛ لذا فإن معاملة الطور اليرقى الأخير بهرمون الشباب تعمل على انسلاخ اليرقة إلى حالة وسطية بين اليرقة والعذراء ، ذات مميزات مختلطة بين كل من الطورين ، أو قد تنسلخ إلى حالة يرقية تستمر فى التغذية . وإذا توقف الإمداد الهرمونى خارج جسم الحشرة Exogenous ، فقد تنسلخ مكونة عذراء عملاقة Giant pupa ، وتتحول بالتالى إلى حشرة كاملة عملاقة ، ومعظم هذه الحالات الوسطية العملاقة تموت بسرعة بعد أو أثناء الانسلاخ .

ويختفى هرمون الشباب أثناء التحول من العذراء إلى الحشرة الكاملة، وتؤدى معاملة العذارى بهرمون الشباب إلى تكوين حالة وسطية من العذراء والحشرة الكاملة، أو قد تنسلخ العذراء إلى عذراء مرة ثانية، والمحصلة النهائية فى الحالتين هى إنتاج حشرات مشوهة تعيش عدة أيام قليلة ولكنها لاتستطيع التكاثر. ويمكن القول بأن وجود هرمون الشباب يعمل على استمرار حالة النمو والتطور غير الكامل، بينما يؤدى غيابه إلى نضج الحشرة.. وتقف غدة الجسم الكروى (C.A.) عن العمل أثناء الانسلاخ لتكوين العذراء أو الحشرة الكاملة، ثم تبدأ فى النشاط والإفراز مرة ثانية فى طور الحشرة الكاملة، ويعتمد نمو المبايض على وجود هرمون الشباب، ولذا يطلق عليه الهرمون المنبه للغدد التناسلية Gonadotrophic hormone .

وظيفة هرمون الشباب

هناك كثير من النظريات التى تفسر ميكانيكية نشاط غدة (C.A.)، وكذلك أهم وظائف الهرمون المفرز من هذه الغدة. ويمكن إيجاز وظائف هرمون الشباب فيما يلى:

١ – تمييز التركيب اليرق.
٢ – التأثير الشبابى.
٣ – قيام الهرمون ببعض الوظائف الفسيولوجية الهامة مثل:

(أ) أهمية الهرمون فى ترسيب المح فى بيض إناث الحشرات الكاملة.

(ب) تكوين المستودع المنوى لذكور الحشرات الكاملة، والذى يعمل على نقل الحيوانات المنوية أثناء الجماع.

(جـ) تنشيط عمليات التمثيل وذلك بتنبيه إفراز إنزيمات الهضم، وكذلك تنشيط معدلات الهضم فى القناة الهضمية.

(د) دور هرمون الشباب فى تمثيل الدهون وتخليق البروتين والتمثيل أثناء التنفس؛ حيث يؤثر الهرمون مباشرة على عضلات الطيران، والتى تعتبر المركز الرئيسى للتمثيل فى الحشرة.

(هـ) يؤثر هرمون الشباب على عمليات تكوين وتمييز البويضات Oogenesis فى الإناث، ولم يثبت تأثيره على عمليات تكوين وتمييز الحيوانات المنوية Spermatogenesis فى الذكور.

(و) يلعب الهرمون دورًا هامًّا فى تخليق الحمض النووى RNA .

(ز) يساعد الهرمون فى تنظيم السلوك الجنسى لمعظم الحشرات؛ لأنه ينظم إطلاق الفورمونات من الإناث لجذب الذكور للتزاوج.

ثانيًا : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط الهرمونى الشبابى

Development in the chemistry of compounds with juvenile hormone activity

١ – الفيرنيسول Farnesol

أمكن عزل مركب (١) Sesquiterpenoid alcohol farnesol من براز حشرة T. molitor ، وقد تميز هذا المركب بنشاطه على التكوين الشكلى للحشرة . وكان اكتشافه بداية لسلسلة من التقدم فى هذا المجال . وقد اختبرت عدة مركبات من مشتقات التربين Terpene ، ووجد أن مركب (٢) Farnesyl methyl ether ، مركب (٣) Farnesyl diethyl ether أكثر نشاطاً من الفيرنيسول شكل (١٠–٢) .

٢ – مركبات Dodecyl methyl Ether

لوحظ أن التغيرات الكيميائية فى الفيرنيسول تقلل ولاتوقف نشاط التكوين الشكلى . وعندما ظهر أن مركب (٤) Hexahydro farnesol قادر على إظهار التأثير على التكوين الشكلى ، تم اختبار معظم السلاسل الطولية المشبعة من الكحولات ومشتقاتها من الميثيل إيثير ، ووجد أنه يتميز بقدرته على إظهار هذا التأثير . كما لوحظ أن مركبات (٥) Dodecanol & dodecyl methyl ehter ، والتى تحتوى على هيكل كربونى مشابه للفيرنيسول ، تستطيع أن تظهر تأثيرًا واضحًا على التكوين الشكلى . وقد أثبتت الدراسة على النشاط الهرمونى لمركب Dodecyl methyl ether قدرة على تنشيط الغدة الصدرية الأمامية Prothoracic gland فى عذارى الفراشات التى نزع منها المخ ، كما أظهر مركب Ethyl ether of farnesol قدرة تنشيطية تعادل ضعف قدرة مشتق الميثايل .

٣ – مركبات Methyl trans , trans 10,11 - Epoxy farnesenate

لوحظ أن خدش أو جرح فراشة السيكروبيا لا يساعد على عزل هرمونات الشباب ، بل يعوق إمكانية هذا العزل . وقد أمكن الحصول على كمية كافية من زيت السيكروبيا ، والتى ساعدت فى معرفة بعض المعلومات عن طبيعة المركبات النشطة ، كما أمكن إيقاف نشاط مستخلص زيت السيكروبيا بعمليات التصبن ، وتحديد النشاط بإضافة الميثيل Methylation لنواتج التصبن باستخدام مركب Diazomethane . وعند حقن Methyl ester of farnesenic acid فى حشرات مختلفة أمكن الحصول على معدلات عالية من النشاط المؤثر على التكوين الشكلى أكثر من أى مركب آخر معروف التركيب . ووجد أن Methyl farnesenate أقل قطبية من مستخلص السيكروبيا النشط ؛ ولذا تجب إضافة مجاميع قطبية للمركب لزيادة مستوى نشاطه .

CH_2OH 1961
(1)

CH_2OCH_3 1963
(2)

$CH_2N\ (C_2H_3)_2$ 1963
(3)

CH_2OH 1963
(4)

CH_2OCH_3 1963
(5)

O $COOCH_3$ 1965
(6)

O $COOCH_3$ 1966
(7)

O $COOCH_3$ 1967
(8)

$COOCH_3$ 1967
(9)

X X $COOCH_3$ 1967
X = CL,Br (10)

Cl Cl $COOCH_3$ 1967
(11)

O $COOCH_3$ 1967
(12)

O $COOCH_3$ 1968
(13)

O O $CH_2OCH_2CH_2OCH_2CH_2OC_4H_9$ 1968
$CH_2CH_2CH_3$ (14)

شكل (١٠ــ٢) : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط الهرموني الشبابي .

شكل (١٠ــ٢) : يتبع

OCH(OCH$_2$CH$_2$)$_2$OCH$_2$CH$_3$
CH$_3$

(15) 1968

O
POCH$_2$C≡CH
OCH$_2$CH$_2$CH$_3$

(16) 1968

CH$_2$O

(17) 1968

(18) 1968

(19) 1968

(20) 1968

(21) 1968

(22) 1968

CH$_3$O$_2$C

(23) 1968

إن إضافة Epoxide Methyl فى الوضع ١١ ، ١٥ لمركب Methyl farnsesnate تعطى المركب رقم (٦) ، وهو مركب نشط على جميع أنواع الحشرات المختبرة . وله نفس مواصفات مستخلص السيكروبيا النقى من حيث العلاقة بين التركيب الكيميائى والنشاط البيولوجى . وترجع أهمية مجموعة الإيبوكسى إلى أن عملية الإيبوكسدة Epoxidation لمركب Farnesol ، Farnesyl methyl تزيد من مستوى نشاط المركب .

٤ – الجيوفابيون Paper factor (Juvabione)

اكتشفت هذه المركبات عندما فشلت حشرة Pyrrhocoris apterus فى التطور الطبيعى ، ولم تصل إلى طور الحشرة الكاملة ، وعندما أعطت مظهرًا مشابهًا لتعرضها لهرمون الشباب . وقد لوحظ أن أوانى التربية تحتوى على بعض المركبات الكيميائية المؤثرة على التكوين الشكلى ، والتى تؤدى إلى تعدد الانسلاخ عند ملامسة الحشرة لهذه المركبات . وقد أظهرت الدراسات تشابه تأثير المستخلصات الدهنية لكثير من منتجات الأوراق فى المصانع الأمريكية ، مثل : مستخلص لب الخشب (خشب التنوب Fir ، والشوكران Hemlock ، والطقوس Yew ، واللاركس Larch ، والراتنج Spruce ، والصنوبر Pine) . وقد عرف نشاط هذه المستخلصات النباتية باصطلاح Paper factor . ولوحظ أن مستخلصات الأوراق ذات نشاط خاص ومميز لحشرة Pyrrhocoris apterus ، وغيرها من الحشرات التابعة لنفس العائلة . وأمكن عزل وتعريف معظم المركبات النشطة من لب خشب التنوب والمسماة بـ Juvabione (V) . وهذا المركب عبارة عن sesquiterpenoid , B- unsaturated methyl ester ولم تعرف بعد أسباب ارتفاع نشاط هذا المركب على التكوين الشكلى لحشرة P. apterus ، وغيرها من الحشرات التابعة لعائلة Pyrrhocoridae . بينما انخفضت فاعليته على بعض الحشرات القريبة مثل بق Lygaeus kalmii ، وكذا بق Oncopeltus fasciatus . وأمكن عزل مركب آخر نشط من خشب التنوب هو (٨) Dehydro juvabione ، والذى يظهر نشاطه على عائلة Pyrrhocoridae فقط . وقد لوحظ أن كفاءته تعادل $\frac{١}{١٠}$ كفاءة مركب الجيوفابيون . وقد يكون المستخلص النقى لمركب الجيوفابيون أقل فاعلية أحيانًا من المستخلص الخام . وقد أظهرت كذلك بعض المشتقات العطرية المشابهة لمركب الجيوفابيون مركب (٩) ، (١٠) نشاطًا على حشرات Pyrrhocorids عند استخدامها بتركيز ١٠ نانوجرام .

٥ – مركبات Methyl trans- 7,11- Dichlorofarnesenate

أمكن عزل مركب (١١) 7,11- dichloride of methyl farnesenate . وقد وجد أن ١ نانوجرام من داى كلوريد يكفى لوقف التكوين الشكلى الطبيعى لحشرة Pyrrhocoris .

٦ – هرمونات الشباب لحشرة السيكروبيا Cecropia juvenile hormones

أمكن عزل المركب (١٢) من زيت ذكور الحشرة الكاملة للسيكروبيا ، كما أمكن كذلك عزل هرمون آخر من فراش السيكروبيا (١٣) يحتوى على فرع إيثيل واحد . ويصل معدل نشاط المركب الأخير إلى حوالى ١٥ – ٢٥٪ فى مستخلص السيكروبيا . ويفترض أن تركيب هذين المركبين هما Methyl trans, trans- 10,11- epoxy farnesenate ، وهما يختلفان فقط فى عدد فروع الميثيل . وقد أجريت دراسات مكثفة حول النشاط البيولوجى للمركب (٦) ، والمركب الرئيسى لهرمون السيكروبيا (١٢) . وأوضحت الدراسة وجود اختلافات طفيفة فى نشاطهما على حشرة Tenebrio . وقد وجد عمومًا أن هرمونات الشباب لحشرة السيكروبيا أكثر نشاطا على حرشفية الأجنحة ، كما لوحظ أن الهرمون الثانوى (١٣) يتميز بالنشاط العالى جدًا ، والذى يعادل المركب رقم (٦) على حشرة فراشة الشمع . كما وجد أن تفرع مجموعة الإيثيل ، التى تتميز بها الهرمونات الطبيعية ، تزيد من النشاط الهرمونى على كثير من الحشرات الحساسة .

ويوضح جدول (١٠ – ١) النشاط معبرًا عنه بالجرعة من المركب التى عوملت قميًا فى محلول الأسيتون على عذارى Tenebrio ، والتى أنتجت حالة وسطية من العذراء والحشرة الكاملة :

جدول (١٠ – ١) : النشاط البيولوجى للمركبات بالميكروجرام .

المركب	الجرعة (ميكروجرام)
(٦)	٠,١
(١٢)	٠,١
(١٩)	٠,٠١
(٢٠)	٠,٠٠١ – ٠,٠٠٠١
(٢١)	٠,٠٠١ – ٠,٠٠٠١
(٢٢)	٠,٠٠١ – ٠,٠٠٠١

٧ – المنشطات Synergists

أجريت دراسات تفصيلية للخصائص الهرمونية لبعض منشطات المبيدات الحشرية . وقد ارتفع مستوى نشاط المركب رقم (٦) عند خلطه مع البيرونيل بيوتكسيد (١٤) Piperonyl butoxide ، ثم معاملة المخلوط على حشرة Tenebrio . كما تظهر الحشرات المعاملة بالمنشط فقط تأثيرات على التكوين الشكلى مصحوبة بنشاط هرمونى شبابى . وكانت أكثر المنشطات فاعلية على حشرة Tenebrio هى

مادة السيسامكس (١٥) Sesamex ، حيث أحدثت نشاطًا واضحًا على التكوين الشكلى للحشرة عند معاملتها بجرعات أقل من واحد ميكروجرام ، كما أظهر المركب العطرى (١٦) تأثيرًا واضحًا على نفس الحشرة ، ولم يكن له أى تأثير على بقة حشيشة اللبن .

٨ - مركبات Methylene - dioxy aromatic - Terpenoid «Hybrids»

أوضحت الدراسات أنه ليست لمعظم المركبات التابعة لـ Methylene dioxy aromatic Compounds ، مثل : السافرول Safrole ، والسيسامول Sesamol ، والبيرونال Piperonal ، وكحول البيرونيل Piperonyl alcohol ، أى نشاط ضد الحشرات المعاملة . ونظرًا لأهمية السلسلة الجانبية للبولى إيثير فى النشاط الهرمونى الشبابى ، أمكن تحضير Farnesyl ether لمركب كحول البيرونيل . وقد أظهر نشاطًا ملحوظًا على حشرتى Tenebrio ، وبقة حشيشة اللبن . وتزيد عملية الإيبوكسدة Epoxidation من نشاط معظم مشتقات الفيرنيسال Farnesyl ؛ حيث ارتفع معدل النشاط إلى حوالى عشرة أضعاف ، وذلك بإدخال مجموعة إيبوكسيد إلى جزىء الفيرنيسال . وقد وجد أن مشتقات السيسامول أكثر نشاطًا من مشتقات كحول البيرونيل .

وأكدت الأبحاث أن السيسامكس أكثر نشاطًا كهرمون للشباب من البيرونيل بيوتكسيد ، كما تم تحضير مركب sesamolyl - farnesyl ether وإيبوكسيده الطرفى (١٨) ، كذلك أمكن دراسة النشاط البيولوجى له ، والذى بلغ حوالى عشرة أضعاف قيمة المشابه بيرونيل . ولوحظ أن زيادة النشاط ترتبط بقصر سلسلة Terpenoid ، وذلك بوجود وحدة من الأيسوبرين ، وبتخليق مشابهات تحتوى على فروع الإيثيل (٢٠) ، (٢١) ، (٢٢) . وتعتبر هذه المركبات فعالة على الأنواع الحساسة ، مثل : حشرات Tenebrio ، Tribolium فى حدود واحد بيكروجرام (انظر الجدول السابق) . ولعل الارتفاع الكبير فى مستوى نشاط التكوين الشكلى الناتج من ظهور السلاسل الإيثلية الفرعية (٢١) ، (٢٢) لا يعادل مستوى نشاط هرمون حشرة السيكروبيا ، والذى يبلغ حوالى ٢ - ٥ أضعاف نشاط هذه المركبات على حشرة Tenebrio . وقد وجد حديثًا أن مستوى نشاط هذه المركبات يبلغ مدى معقولاً فى حدود ١ نانوجرام ضد حشرات حرشفية ، وغمدية ، ونصفية ، ومستقيمة الأجنحة ، وذات الجناحين .

ثالثا : التركيب الكيميائى لمشابهات هرمون الشباب

The structural types of JHA

يمكن تقسيم هرمونات الشباب المخلقة إلى ثمانى مجموعات وفقا لتركيبها الكيميائى

١ - هرمونات الشباب الطبيعية JHA Natural Juvenile hormones

ويطلق عليها هرمونات الشباب الطبيعية وهى تنقسم إلى : JHA 1 (JHI) ، JHA 2 (JH II) ، (JH III)

JHA 3 . وتعتبر (JHI) أكثرها نشاطًا ، خاصة عند حشرات حرشفية الأجنحة ، بينما تعطى هرمونات (JH II) ، (JH III) تأثيرات متباينة باختلاف نوع الحشرات . ولم تستخدم المركبات النقية على مستوى واسع فى التطبيق الحقلى ؛ وذلك لارتفاع تكاليف تخليقها ، وعدم ثباتها فى الحقل ، بينما يعتبر المركب الخام المحتوى على ١٠٪ من (JH I) مقبولاً من الناحية التجارية .

٢ – مجموعة JHB

يطلق عليها Terpenoids وهى تشابه فى تركيبها JHS ولا تستخدم فى نطاق التطبيق الحقلى . ولكنها تساعد فى مجال تخليق وتحسين JHA . وتعتبر مشتقات الفيرنيسول ، وحمض الفرنيسويك من أهم مركبات هذه المجموعة .

٣ – مجموعة JHC

وتتكون من مخاليط الهرمونات المخلقة من المجاميع B ، D ، E ، وهى عبارة عن Hydrochlorinated Farnesoates وهى أقل تخصصًا من المجاميع D ، E ونشاطها البيولوجى غير كافٍ لإحداث التأثير المطلوب .

٤ – مجموعة JHD

وتشمل الأميدات والإسترات وهى متخصصة لمجموعة حشرات نصفية الأجنحة ، وليس لها تأثير على الحشرات الكاملة التطور .

٥ – مجموعة JHE

مجموعة من المركبات تحوى مجموعة كلور واحدة ، فعالة جدًا ضد الحشرات الكاملة التطور ، وتمتاز بقدرتها على الثبات عند التطبيق الحقلى عن غيرها من المركبات .

٦ – مجموعة JHF

وهى مجموعة متباينة من المركبات القادرة على إحداث تأثير ضد الحشرات الكاملة والناقصة التطور . وأهم مركباتها (Ro 20 - 3600) ، ويعيبها انخفاض نشاط بقاياها تحت الظروف الحقلية .

٧ – مجموعة JHG

وهى مجموعة تمتاز برخص تكاليف تخليقها ، وارتفاع ثباتها ، وبدرجة تخصص أعلى من المجموعة السابقة (JHF) . وأهم مركباتها (R 20458) .

٨ – مجموعة JH

تمتاز بنشاطها البيولوجى العالى . وقد دُرس مستوى نشاطها وسميتها خاصة H_1 ، والذى يعتبر المركب الوحيد الذى صرحت به هيئة البيئة فى أمريكا ضد البعوض فى المياه . وأهم مركبات هذه المجموعة JH 1 ، JH 2 ، JH 3 ، JH 4 شكل (١٠ – ٣) .

ثبات الهرمونات الشبابية Persistence of Juvenile hormones

وجد أن نصف فترة حياة هرمون الشباب JH 1 لاتزيد عن ١٠ ساعات عند حقنه فى الحشرات على الصورة النقية ، بينما تزيد فترة الثبات عند حقنه مخففًا بالزيت ، وقد لوحظ ذلك بزيادة فاعلية هرمون الشباب على التكوين الشكلى عند تخفيفه بالزيت ومعاملته عن طريق الحقن . كما أثبتت الدراسات أن تكرار مرات المعاملة مع تقسيم الجرعة يزيد من فعل الهرمون عن المعاملة الواحدة . وعليه .. فإن انطلاق الهرمون البطىء يعطى تأثيرًا أفضل ، أى كلما كان الكيوتيكل رقيقًا ، زاد معدل نفاذية الهرمون ومعدل التمثيل ، وقل التأثير فى النهاية . ولهذا .. فإن إذابة الهرمون فى مذيب غير متطاير مثل الزيت تزيد من معدل فاعليته عند معاملته قميًّا . كما أن الهرمونات الموجودة فى صورة مستحلبات أقل فاعلية من الهرمونات النقية ، حيث تكون الأولى عرضة للتحلل عند معاملتها بالحقن .

أوضحت الدراسات انخفاض معدل ثبات الهرمون الطبيعى عند تعرضه للأشعة البنفسجية ، وقد تكون الهرمونات المخلقة أكثر ثباتًا ؛ حيث إنها تقاوم ULV إلى حدٍّ ما . وعموما .. تعتبر الهرمونات الشبابية أقل ثباتًا من المبيدات الحشرية ، كما لا تستطيع بقاياها أن تحمى النموات الجديدة من الإصابة الحشرية .

وهناك عوامل كثيرة محددة لكفاءة الهرمون عند معاملته قميا ، وهى :

١ – قدرة التخلل والنفاذية فى الجليد فكلما زادت القدرة على النفاذية ، قلت كفاءة وفاعلية الهرمون .

٢ – مدى مقاومة الهرمون لإنزيمات التمثيل داخل جسم الحشرة .

٣ – مدى قدرة الحشرة على تأخير بعض العمليات الحيوية فى وجود JH .

٤ – مدى التخصص الهرمونى للحشرة ، وكذلك الطور الحساس .

٥ – مدى حماية الهرمون المعامل من النظام داخل جسم الحشرة .

٦ – مستوى الارتباط الوقائى للهرمون المعامل ببروتين الدم .

Natural Juvenile

(JHI) JHI_1

(JHII) JHA_2

(JHIII) JHA_3

JHB

JHD

JHE

JHE (R020-3600)

JHG (R20458)

JH

Methoprene = Altosid (R) = IGR (Zoecon ZR-512)

JH_1

Hydroprene = Altozar (R) = (Zoecon ZR-512)

JH_2

Triprene = Zoecon ZR - 619

JH_3

Kinoprene = Zoecon ZR - 77

JH_4

شكل (١٠ــ٣) : تركيب هورمونات الشباب الطبيعية .

تمثيل ، وتنشيط ومقاومة الحشرات لفعل الهرمونات الشبابية
Metabolism , Activation and Resistance of insects to JHs

قد تعتمد الحشرات فى فترات معينة من حياتها على نظام تمثيلى يعمل على تنظيم مستوى الهرمون داخل جسم الحشرة ، والتخلص من بقاياه التى لا يحتاجها الجسم . وقد تتم عملية التمثيل فى وجود الإنزيمات المؤثرة على المبيدات الحشرية . وعليه .. فمن المحتمل أن توجد ظاهرة المقاومة المشتركة ، بمعنى أن السلالات الحشرية المقاومة لفعل المبيدات قد تقاوم فعل (IGR's) . وقد تم فعلا إثبات هذه الظاهرة ، ومع ذلك فقد استمر مركب الميثوبرين فعالاً ضد بعض سلالات البعوض المقاومة لفعل بعض المبيدات الحشرية بولاية كاليفورنيا .

وقد لوحظ أن منشطات المبيدات مثل السيسامكس والبرونيل بيوتكسيد تزيد من فاعلية هرمونات الشباب ، حيث توقف عمل الإنزيمات المثبطة للسمية Detoxifying enzymes . ومع ذلك فقد يحدث أحيانًا تأثير تضادى يرجع إلى قدرة المنشطات أحيانًا على تثبيط إنزيمات (MFO) . ومن الملاحظ أن معظم هذه المنشطات لا تتشابه فى تركيبها مع هرمونات الشباب .

ويؤدى اختلاف التركيب إلى حدوث تأثير تنشيطى غير ملموس . وقد يرجع هذا التأثير الضعيف إلى فعل المنشطات على كميات ضئيلة جدًّا من الهرمون . وأثبتت الدراسات أن هناك بعض مشابهات الهرمون ضعيفة التأثير ، والتى قد تحدث تأثيرًا تنشيطيًّا عاليًا لبعض الهرمونات ، وذلك بسبب قدرة هذه المشابهات على منافسة الهرمون مع إنزيمات التمثيل ؛ مما يقلل من معدل تمثيل المركب الأصلى ويزيد بالتالى من كفاءته .

رابعا : التأثيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية لهرمونات الشباب
Physiological and Biochemical effects of Juvenile hormones

١ - التأثير على التكوين الشكلى Morphogenetic effects

النمو المورفولوجى غير الطبيعى للجليد هو رد فعل واضح للمعاملة بـ IGR . وتستجيب معظم الحشرات للمعاملة بـ JHA وذلك بإنتاج يرقات تستمر فى الطور اليرق ، أو تتكون عذارى تتفاوت فيما بين الشكل العملاق Giant form ، والشكل الطبيعى Perfect form . وقد تظهر أشكال وسطية بين الأطوار غير الكاملة والحشرة الكاملة . ويؤدى استمرار الأطوار غير الكاملة (اليرقات أو الحوريات) ، إلى نفس الطور ، إلى استهلاك كميات أكبر من الغذاء ؛ مما يؤدى إلى حدوث أضرار جسيمة . ويعتبر العمر اليرق الأخير ، أو طور الحورية أو العذراء أكثر الأطوار حساسية للمعاملة بهرمونات الشباب ، وتكون النتيجة النهائية وقف التطور وموت الحشرة . ويعتمد طول فترة الاستجابة وصفاتها على نوع الحشرة ، ووقت المعاملة ، ومستوى الجرعة ، وطريقة المعاملة ، ونوع المركب . وتؤدى إطالة فترة التعريض إلى وقف تطور الحشرة تمامًا .

وقد أثبتت الدراسات التى أجريت على دودة ورق القطن أن العمر اليرق الأول حتى الرابع غير حساس للمعاملة بـ JHA ، بينما كان العمران : السادس ، والخامس إلى حد ما أكثر الأعمار اليرقية حساسية عند استخدام مركب (Ro 20 - 3600) ؛ حيث أدت المعاملة إلى إنتاج عذارى مشوهة . ويعتبر الطور العذرى أكثر الأطوار حساسية للمعاملة بهرمون الشباب ومشابهاته . ويلعب ميعاد المعاملة دورًا هامًّا فى إحداث الأثر الشبابى Juvenilization effect ، وكلما تقدم عمر العذراء انخفضت درجة الحساسية ؛ أى أن العلاقة بين ميعاد المعاملة وعمر العذراء ذات ارتباط سالب . وهناك ارتباط موجب بين التركيز والفعل الناتج . كما أن هناك ارتباطًا عكسيًّا بين معدل التأثير على الحشرة الكاملة Adult score ، وطول فترة حياتها .

ومن الجدير بالذكر أن معاملة الحشرة بالجرعة الحرجة Threshold dose قبل الفترة الحساسة تؤدى إلى إنتاج يرقات كاملة Perfect super larvae ، أما إذا تمت المعاملة بعد الفترة الحساسة ، أو بجرعة منخفضة نسبيا توقف تطور الحشرة جزئيًّا . وقد يسبب التأثير على التكوين الشكلى موت الحشرة بطريق غير مباشر نتيجة للتأثير الحاد على الوظائف الحسية ، أو السلوك ، أو التغذية . وقد يكون لإيقاف تطور ونمو الأجهزة الداخلية علاقة بموت الحشرة .

لاحظ williams أن هرمون الشباب النشط المستخلص من ذكور فراشة السيكروبيا يتميز بقدرته على النفاذ خلال الجليد السليم فى الأطوار الحشرية غير الكاملة ، ويمنع عملية التكوين الشكلى لها ؛ حيث ينبه الهرمون استمرار انسلاخ الحشرة ، ويؤدى بالتالى إلى استمرار حالة الطور غير الكامل ، ومنع وصول الحشرة إلى مرحلة النضج أو البلوغ . وعند زرع غدة (C.A.) المنزوعة من طور يرق حديث فى طور يرق متقدم ، أو طور الحورية تظهر حالة استمرار الطور غير الكامل . وقد أجريت عدة محاولات لإطالة استمرار انسلاخ يرقات الفراشات باستخدام مستخلص السيكروبيا وباءت جميعها بالفشل ، إلى أن أشار Roller بأن هرمون الشباب النقى لحشرة السيكروبيا يدفع الطور اليرق الأخير لدودة الشمع إلى الاستمرار فى الانسلاخ ، وتكوين حالة وسطية مابين اليرقة والعذراء . كما لوحظ أن إضافة جرعة ٠,٠١ — ٠,١ جزء فى المليون من المركب (٢٢) ، إلى غذاء يرقات Manduca sexta تؤدى إلى تكرار انسلاخ اليرقة ، ومنع عملية التعذر الطبيعية . بينما أدت إضافة جرعة ١٠٠ — ١٠٠٠ جزء فى المليون ، من نفس المركب إلى غذاء يرقات Tribolium confusum إلى تكرار انسلاخ اليرقات حتى وصلت إلى حجم يعادل ٢,٥ ضعف حجم اليرقة الطبيعى وتموت اليرقة فى النهاية دون أن تتحول إلى عذراء . ويمكن القول بأن عمر الخلايا غير الناضجة قد يطول أكثر من فترته فى الحياه الطبيعية مع استمرار عملية الانسلاخ ، بينما يتوقف تطور الحشرة دون امتداد العمر اليرق فى حدود التركيزات المنخفضة من المركب (٠,١ — ١ جزء فى المليون) .

أجريت تجارب كثيرة على بعض حشرات نصفية الأجنحة لدراسة تأثير التنظيم الهرمونى على التكوين الشكلى . وقد ساعدت حساسية هذه الحشرات لمركبات الجيوفابيون على فتح الطريق للوصول إلى مبيدات هرمونية متخصصة ، كما أظهر النشاط البيولوجى لمركب الجيوفابيون ، وغيره

من المشابهات العطرية (٩ ، ١٠) على بقة P. apterus ، أن الهرمون الطبيعى لهذه الحشرة قد يكون مركبًا حلقيًا . وبالرغم من أن المركب (١١) هو أكثرها نشاطًا وفاعلية على هذه الحشرات ، إلا أنه عديم الفاعلية على الحشرات الأخرى من رتبة نصفية الأجنحة فى نفس الوقت .

أظهرت الدراسات الحديثة انعدام فاعلية المركبات المؤثرة على التكوين الشكلى على الحشرات التابعة لرتبة ذات الجناحين مع أن Srivastava & Gilbert قد أشارا إلى أن هرمون السيكروبيا المخلق يؤدى إلى تكوين حالة وسطية بين العذراء والحشرة الكاملة عند حقن الطور اليرق الكامل ، أو عند المعاملة القمية لعذارى ذبابة Sarcophaga bullata . كما وجد أيضًا أن معاملة طور ما قبل العذراء ، أو العذراء الحديثة التكوين للذباب المنزلى بالمركب (١٩) يظهر حالة وسطية بين العذراء والحشرة الكاملة . ولوحظ كذلك أن الجرعة المقدرة بحوالى ٠,١ جزء فى المليون من المركب (١٩) تمنع خروج الحشرة الكاملة لبعوض الحمى الصفراء Aedes aegypti ، بينما تؤدى المعاملة بجرعة ١ جزء فى المليون إلى وقف تعذر يرقات بعوض الحمى الصفراء . وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن ظاهرة تعدد الأشكال Poly morphism فى النمل الأبيض ، والمنّ ، والجراد يتم تنظيمها والسيطرة عليها بفعل هرمون الشباب . كما أظهرت الدراسات التى أجراها عبد المجيد وزيدان عام (١٩٧٧) تأثير مركب التراى برين على التكوين الشكلى لإناث عذارى دودة ورق القطن ، وكان لارتفاع التركيز علاقة إيجابية فى هذا الصدد . وتتفق هذه الدراسات مع ما وجده الفيشاوى عام (١٩٧٥) على عذارى ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط .

٢ - التأثيرات التعقيمية — Chemosterilization effects

(أ) التأثير على التكاثر — Effect on reproduction

تتحكم غدة (C.A.) فى نمو مبايض كثير من الحشرات ، ولوحظ أن مستخلص هرمون الشباب النقى لحشرة السيكروبيا يعمل على تجديد مبايض الصراصير المنزوعة منها الغدة ، كما يساعد على ترسيب المح . وأظهرت معظم المركبات النقية ذات النشاط الهرمونى الشبابى ، والتى تشابه مستخلص السيكروبيا قدرة على مضاعفة هذه التأثيرات فى الحشرات التى نزعت منها الغدة . ولا تخضع مبايض معظم الحشرات حرشفية الأجنحة ، والتى لاتتغذى فى طور الحشرة الكاملة ، لسيطرة الهرمون المفرز من هذه الغدة . لذا .. فإن إزالة الغدة فى الطور العذرى لا تؤثر على وضع البيض . وقد أظهرت الدراسات توقف نمو مبايض حشرة فراشة الدخان (التى لا تتغذى قبل وضع البيض) عند استئصال غدة (C.A.) ، كما وجد أن استئصال الغدة فى إناث Byrostria fumigata الحديثة الخروج ، والتى لم تلقح بعد تعمل على منع إفراز الجاذبات الجنسية المميزة لها . ومن الجدير بالذكر أن إزالة غدة (C.A.) من إناث بعض الحشرات ، بالإضافة إلى توقف نمو مبايضها ، تفقد الحشرات القدرة على الانجذاب نحو الذكور لإتمام التزاوج .

لقد أمكن الحصول على عقم كامل للإناث عند معاملتها بجرعة ١ مول من المركب JHD . ويمكن تكرار نقل هذا الفعل التعقيمى بمعاملة الذكور ، ويطلق على هذه العملية (الطريقة المتجددة Renewal approach) وهى مشابهة لطريقة تعقيم الذكور . وطالما أن هرمون الشباب الداخلى يلعب دورًا هامًّا فى عملية التناسل لمعظم الحشرات ، فيما عدا الأنواع التى يتم فيها نضج البيض قبل خروج الحشرة الكاملة ، لذا .. يجب أن تكون الجرعات المسببة للعقم أكبر من مستوى الهرمون الداخلى المسئول عن تنظيم عملية التناسل . وقد يؤدى انخفاض جرعة JHA إلى زيادة غير ملموسة فى الكفاءة التناسلية للحشرة . وعند مقارنة الجرعة من JHA اللازمة لإحداث العقم فى الإناث بالمواد المؤلكلة ، نجد أن الأخيرة تصل إلى حوالى ٢٠٠٠ ضعف الأولى ، هذا .. بالإضافة إلى الآثار الجانبية للمواد المؤلكة فى التطبيق الحقلى .

يمكن الحصول على وقف كامل للقدرة التناسلية باستخدام جرعات منخفضة من JHA عند معاملتها خلال فترة تمييز الخلايا الطلائية الحوصلية للبويضة ، وذلك قبل انسلاخ الحشرة الكاملة فى معظم الحشرات . وقد يحدث العقم فى الذكور أحيانًا بالرغم من عدم التأثير الواضح لمستوى الجرعة من JHA على مستوى العقم فى الذكور . وقد تحدث التأثيرات المورفولوجية الداخلية والخارجية أيضًا خللاً واضحًا فى عملية التزاوج ، وغيرها من الوظائف التناسلية الأخرى بطريق مباشر أو غير مباشر . وأفضل مثال على ذلك عدم قدرة ذكور حشرات ذات الجناحين على التزاوج نتيجة المعاملة بـ JHA . وقد يؤدى انخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة إلى نقص الكفاءة التناسلية .

أظهرت التجارب أن مشابهات JH قد أحدثت فعلاً تعقيميًّا لقمل الجسم ، حيث انخفضت نسبة فقس البيض بوضوح ، وذلك عند معاملة الإناث بمشابه الهرمون بجرعة ١ ميكروجرام فى أى وقت خلال فترة التكاثر ، كما انخفضت الكفاءة التناسلية لمَن الكرنب عند معاملة الحشرة الكاملة بجرعة ٢ ميكروجرام/ حشرة ، كذلك انخفضت نسبة فقس البيض الموضوع فى اليوم الأول عند معاملة إناث حشرة **Epilachna varisvestis** بمركب **Juvegens** (مركب له نشاط JH) . ولم يكن هناك تأثير على الكفاءة التناسلية . وقد عادت معدلات الفقس إلى مستواها الطبيعى بعد عدة أيام من نقل الإناث إلى نباتات غير معاملة ؛ مما يدل على أن هذا التأثير مؤقت وغير دائم .

أظهرت نتائج عبد الله وآخرين عام (١٩٧٥) وجود علاقة إيجابية بين تركيز هرمون الشباب ، ومعدل النقص فى الكفاءة التناسلية لفراشة دودة ورق القطن . كما أوضحت نتائج دراسات عبد المجيد وزيدان عام (١٩٧٧) انخفاض قدرة دودة ورق القطن التناسلية بعد المعاملة بمشابه هرمون الشباب (التراى برين) . وفى نفس الدراسة أدى مركب التراى برين إلى نقص طول الأنابيب المبيضية فى الفراشات الناتجة من عذارى معاملة ، وتوقف مدى هذا التأثير على مستوى التركيز المستخدم . ويوضح جدول (١٠-٢) هذا التأثير .

جدول (١٠-٢) : تأثير مشابه هرمون الشباب (الترای برین) على الكفاءة التناسلية ، والخصوبة ، والقدرة على التزاوج فى فراشات دودة ورق القطن .

التركيز (بالجزء فى المليون)	٪ خفض فى الكفاءة التناسلية	٪ خفض فى الفقس	٪ خفض فى الاقتدار التناسلى	عدد المستودعات المنوية
٤٠٠	٣٥,٨	٦٠,٣	٧٤,٥	١,٦
٢٠٠	٣٣,٢	٤٧,٧	٦٥,١	١,٠
١٠٠	٢٥,٠	٤٦,٨	٦٠,١	١,٢
٥٠	٢٢,٩	٣٤,٢	٤٩,٣	١,٤
٢٥	١٥,٤	٢٧,١	٣٨,٣	١,٦
المقارنة	—	—	—	١,٤

(ب) التأثير على نمو وتطور البيض Effect on Embryogensis

يتم النمو الجنينى بعد تمام التزاوج وإخصاب البويضة ، وقد أمكن الحصول على هرمونى الشباب والانسلاخ فى حالة نشطة من بيض الحشرات ، مع أن دورهما فى النمو الجنينى غير معروف حتى الآن . وتشير الدراسات إلى أن معظم المركبات المؤثرة على التكوين الشكلى قد تحدث خللاً فى النمو الجنينى . وقد وجد Salama & williams أن معاملة البيضة ، أو الأنثى التى تحتوى على بيض يتطور جنينيًا تؤدى إلى موت الجنين فى المراحل الأولى من النمو الجنينى . وقد وُجد حديثًا أن المركب (١١) يؤدى إلى حدوث خلل فى النمو الجنينى للبيض المعامل ، أو الإناث المعاملة ، كما لوحظ أن ذكور حشرة Pyrrhocoris المعاملة قميا ، بواحد ملليجرام من هذا المركب ، قادرة على نقل كمية كافية من هذا الهرمون إلى الإناث سواء بالملامسة ، أو أثناء التزاوج مما يؤدى إلى العقم . وعند معاملة حشرة سوسة البرسيم بالمركب (٢٢) ، ظهرت أشكالاً وسطية من (اليرقات العذارى) ، (العذارى — الحشرات الكاملة) . كما حدث خلل كامل فى التكوين الجنينى عند معاملة بيض خنافس الفول المكسيكية Epilachna varivestes ، بجرعة ١ — ١٠ أجزاء فى المليون من المركب (١٩) ، أو تعريضها لأبخرة المركب بجرعة ١ ميكروجرام فى طبق بترى . وقد لوحظ أن كثيرًا من بيض الحشرات يظهر حساسية عالية عند معاملته بهرمونات الشباب فى المراحل الأولى للنمو الجنينى . ويشير Riddiford إلى أن تعريض البيضة لهرمون الشباب يؤدى إلى حدوث تداخل وخلل فى إفراز غدة (C.A.) ؛ مما يوقف إنتاج (JH) ، والذى يلزم إفرازه قبل بداية تطور الحشرة ، أو أن لهرمون الشباب المعامل صفة الثبات خلال فترة النمو حتى يحدث التطور ، أو أن JHA يتداخل مع النظام الخلوى للجنين .

ويعتبر معظم JHA أكثر كفاءة من مبيدات البيض المعروفة ، وذلك عند معاملتها قبل طور البلاستودرم . وقد أظهرت التجارب حساسية بيض الحشرات حرشفية ، ومستقيمة ، وغمدية ، ونصفية الأجنحة للمعاملة بـ JHA ، بينما كانت الحشرات رتبة ذات الجناحين أقلها حساسية . وقد ترجع حساسيتها لفعل JHA على الحواجز ذات التركيب البروتينى فى أغلفة البيضة ، أو إلى وجود النقير فى المنطقة القمية للبيضة . وذلك على الرغم من أن لأبخرة JHA تأثيرًا فعالاً حتى على التراكيب الخلوية المغلفة تمامًا . أما المعاملة بعد طور Blastokinesis فغالبا ما تكون لها تأثيرات متأخرة فى صورة استمرار تطور اليرقة ، أو الحورية ؛ أى أنها تشابه فعل معاملة الطور اليرقى الأخير . ويرجع هذا إلى فعل JHA على تطور التكوين الجنينى . وتعتبر الجرعة اللازمة لإحداث هذا التأثير أعلى ٣ – ١٠ مرات من الجرعة اللازمة لمنع فقس البيضة .

٣ – التأثير على السكون Effect on Diapause

وجد Ichikowa وآخرون أن زرع غدة (C.A.) فى عذارى Cynthia ، والتى نزع منها المخ مسبقًا يدفعها إلى التحول للحشرة الكاملة . وبخلاف ما هو معروف من أن المح هو الدافع لنشاط الغدة فوق الصدرية (P.G.) ، فقد وجد أن غدة (C.A.) المزروعة تحتوى على كميات من هرمون المخ (B.h.) . وقد جد williams فى دراسات أخرى على حشرة السيكروبيا أن هرمونات الشباب المفرزة من (C.A.) هى المنبه لنشاط الغدة فوق الصدرية . وقد تحقق Gilbert & Schneider man من صحة هذه النظرية إلى حدٍّ ما ؛ حيث لاحظا أن الحقن بمستخلص هرمون الشباب لحشرة السيكروبيا يدفع إلى كسر سكون عذارى حرشفية الأجنحة . كما تمكن هذان العالمان من كسر سكون عذارى حرشفية الأجنحة عند حقنها ببعض المركبات المؤثرة على التكوين الشكلى . وأوضحت هذه الدراسات أن المركبات المتميزة بالنشاط الهرمونى الشبابى مسئولة عن تنبيه الغدة فوق الصدرية ؛ حيث إن البطن المعزولة ، والتى لا تحوى هذه الغدد لاتنبه ولاتتطور بالتالى . وقد وجد أن كثيرًا من المركبات المؤثرة على التكوين الشكلى يشابه فى فعله النشاط المنبه للغدة فوق الصدرية المرتبطة بهرمون المخ .

ويتميز السكون فى الحشرات الكاملة بتراكم الدهون ، وانخفاض معدل التنفس ومعدل النشاط والتغذية ، وعدم وضع البيض . ويشابه سكون الحشرات الكاملة الظروف الفسيولوجية عند نزع غدة (C.A.) إلى حد كبير ، حيث تتراكم الدهون وتضمحل المبايض . وقد أظهرت الدراسات التى قام بها wilde & Stegwee أن استئصال غدة (C.A.) من خنافس البطاطا غير الساكنة يدفعها إلى السكون الكامل . ويمكن كسر سكونها عند زراعة غدة (C.A.) النشطة ، مع أن زراعة الغدة النشطة فى الحشرات الساكنة طبيعيًا لاتكسر السكون . وتوضح هذه النتائج أن الخنافس الساكنة طبيعيًا تحتوى على مانع ، أو مثبط لإيقاف النمو والتطور يعمل على منع إفراز غدة (C.A.) الأصلية أو المزروعة .

بما أن هرمون الشباب ، والهرمون المنبه للغدد التناسلية هما هرمون واحد له أنشطة متداخلة ، لذا .. يمكن كسر السكون باستخدام مركب كيميائى يدفع إلى التحول الشكلى ، أو مركب قوى

يعمل على تنبيه الغدد التناسلية (مركب ٦) . وإذا كان مثبط غدة (C.A.) هو المسئول عن السكون ، فإن معاملة الحشرات الساكنة بهرمون غدة (C.A.) ، أو بهرمونات مصنعة كافية لإحداث التنشيط يمكنها أن توقف التثبيط وتكسر السكون . وقد وُجد أن معاملة البرسيم الساكن Hypera postica بالمركب (٦) كافية لكسر سكون هذه الحشرات .

قد يرجع السبب فى صعوبة إيجاد تفسير عام ، لفعل JH على السكون ، إلى الاختلافات فى الأطوار التى تدخل فى طور السكون تبعًا لنوع الحشرة ، وتنوع أسباب دخول وخروج الحشرة من دور السكون . ويمكن إيجاز تأثير هرمونات الشباب على سكون الأطوار الحشرية المختلفة فيما يلى :

(أ) سكون البيضة — Egg diapause

لم يثبت حتى الآن مدى تأثير JH على سكون البيضة . ويحدث السكون عمومًا فى البيضة كاملة التكوين الجنينى ؛ أى بعد طور البلاستودرم .

(ب) سكون اليرقات — Larval diapause

قد يؤثر JH المعامل خارجيًا فى معظم أنواع اليرقات غير الساكنة ، خاصة غمدية الأجنحة حيث يؤخر التعذر ، وهى حالة مشابهة للفعل الذاتى لاستمرار سكون اليرقة .

(جـ) سكون العذارى — Pupal diapause

رغم ان JH لا يؤثر مباشرة على سكون العذارى ، إلا أنه يمكن كسر هذا السكون بحقنها بـ JH . وقد يرجع إلى ذلك تنبيه الغدة الصدرية الأمامية لإفراز هرمون الانسلاخ . وهذه طريقة غير عملية من الناحية التطبيقية ؛ حيث تحتاج المعاملة إلى جرعات كبيرة لكسر السكون .

(د) توقف تكاثر الحشرات الكاملة — Adult reproductive diapause

قد يرجع ذلك إلى نقص JH ، وعليه .. يمكن إحداث خلل فى مستواه بالمعاملة الخارجية بكل من JH ، أو JHA النشط . ومن المثير أن استخدام جرعات منخفضة من JHA يؤدى إلى موت الحشرة دون دخولها طور السكون . ويرتبط عدد البيض الناتج بالجرعة المستخدمة ، وهو أقل من عدد البيض التى وضعته الحشرات التى أنهت سكونها بشكل طبيعى فى العادة . ويمكن الاستفادة من هذه الدراسة تطبيقيًا عن طريق تنبيه تكاثر الحشرة فى وقت غير ملائم للتكاثر Out of season reproduction ، وبالتالى .. لاتجد الحشرات الناتجة الظروف البيئية المناسبة مما يؤدى إلى موتها .

٤ - التأثير على السلوك — Effect on behaviour

يرتبط توقف تطور الحشرة نتيجة المعاملة بـ JHA ، مع ظهور خلل فى خصائص الحشرات ،

مثل : مدى استجابتها أو تجنبها للضوء ، أو توقفها عن غزل الشرنقة ، أو إطالة فترة التغذية ، أو منع الهجرة إلى أماكن الاختباء ، كما أنها قد تؤثر على سلوك التزاوج ، مثل : قدرة الإناث على جذب الذكور ، ومستوى الأداء أثناء الجماع . ويرتبط كل ذلك بإنتاج الفورمونات . وعمومًا .. تحتاج هذه النقطة إلى دراسات حقلية لمعرفة إمكانياتها من الوجهة التطبيقية .

٥ - التأثير على تعداد الأشكال Effect on polymorphism

يقع تكوين وأشكال ونظام الطوائف الاجتماعية فى الحشرات تحت تنظيم هرمونى دقيق . يؤثر JH غالبًا على التطور والتكاثر . وعند معاملة حوريات الجراد والنطاط خارجيًّا بـ JH ، لوحظ تغير فى صبغات الجليد ، حيث تحولت من اللون البنى ، أو الأسود إلى اللون الأخضر . ويعتبر هذا التغير اللونى حالة طبيعية عند تحول مظهر الجراد نتيجة لزيادة الكثافة العددية . وقد يحدث التغير فى اللون الأخضر فى طور الحورية دون وجود علاقة لهذا التغير مع الموت أو التطور . وتعادل الجرعة اللازمة لوقف التطور مع الجرعة اللازمة لإحداث التغير اللونى فى الطور القادم . فمعاملة JH بتوقيت مناسب (فى أول طور الحورية الأخير) ، قد تؤدى إلى وجود خليط ما بين أفراد عاجزة عن التطور ، وإفراد تغير لون صبغات الجليد بها إلى الأخضر . ولم يدرس حتى الآن بعناية كافية ما إذا كان تغير سلوك المظهر الرحال يتم تنبيهه بفعل التحول الصبغى بعد المعاملة بـ JH تحت الظروف الحقلية أم لا . وتنحصر أهمية هذه النقطة تطبيقيًّا فى إمكانية تغير سلوك المظهر الرحال للجراد بالمعاملة بـ JH ، وبالتالى كسر أو القضاء على الموجات الوبائية للجراد .

خامسا : تخصص الأنواع Species specificity

أظهرت الدراسات الحديثة أن معاملة مستخلص هرمون الشباب لحشرة السيكروبيا تحدث تأثيرات على التكوين الشكلى لمعظم أنواع الحشرات الواقعة تحت رتب مختلفة . ومازالت إمكانية الحصول على مستخلصات قياسية لهذا الهرمون صعبة للغاية ؛ لذا لايمكن معرفة مدى تأثير كمية معينة من الهرمون على وحدة النشاط بدرجة دقيقة ، كذلك فمن الصعب إجراء مقارنة واضحة للنتائج المتحصل عليها ؛ وذلك لاختلاف مصدر المادة ، وطرق الاستخلاص ، والتخفيف ، والمعاملة . وقد ظهرت عدة طرق متطورة للتقييم الكمى ، والتى تساعد على التوصل لمركبات نقية لها تأثير على التكوين الشكلى .

لعل اكتشاف الفرنيسول وما تلاه من ظهور معظم المركبات المستخلصة من أنواع الحشرات المختلفة قد وضع الأبحاث الخاصة بهرمون الشباب على الطريق الصحيح . وقد درست مشابهات الفرنيسول من حيث تخصصها للأنواع المختلفة ، ومدى نشاطها البيولوجى . وقد أشار wiggles – worth – إلى أن المركب رقم (١) يظهر نشاطًا عاليًا جدا كهرمون شبابى ، وكذا كهرمون منبه للغدد التناسلية فى بقة الرودنيس ، بينما كان له تأثير أقل على الأنواع الحشرية الأخرى . كما وجد

Salama أن لكثير من الأحماض الدهنية ، والزيوت النباتية تأثيرات شبابية مشابهة ، بينما لا تؤثر مستخلصات السيكروبيا على حشرة Pyrrhocoris apterus .

وفى السنوات الأخيرة .. أجرى Salama بالتعاون مع williams مجموعة من الدراسات الدقيقة على تخصص الأنواع عند اكتشافه للجيوفابيون ، ونشاطه الوحيد على حشرة Pyrrhocoris . ورغم اختلاف المركب (٦) عن الجيوفابيون فى التفاصيل الكيميائية ، إلا أنهما يظهران نفس درجة التخصص على الحشرة السابقة . كما أظهرت الدراسات اختلاف استجابة حساسية الحشرات التابعة لعائلة Pyrrhocoridae للمركبات العطرية التربينية رغم نشاطها وكفاءتها على الحشرات التابعة لهذه العائلة . وقد لوحظ أيضًا أن المركبات ذات مجاميع الإيثيل الفرعية (٢٠ ، ٢١ ، ٢٢) تظهر نشاطًا واضحًا على حشرات حرشفية ، وغمدية الأجنحة ، بينما أظهر المركب (١٩) كفاءة واضحة على حشرات الجناحين ، ومستقيمة الأجنحة .

ورغم تشابه هرمونى الشباب فى مستخلص السيكروبيا ، إلا أن خلطهما مع المركبات المصنعة ، أو الطبيعية المؤثرة على التكوين الشكلى يظهر درجات متباينة وواسعة من الحساسية تجاه معظم الحشرات .

سادسًا : إمكانية تطبيق هرمونات الشباب

Practical application of juvenile hormones

تعتمد الفكرة الأساسية فى استخدام هرمونات الشباب تطبيقيًا على وجود الهرمون فى فترات معينة خلال حياة الحشرات واختفائه فى فترات أخرى . لذا .. فإن إمداد الحشرة بالهرمون فى فترة أو طور لايحتاج إليه يؤدى إلى حدوث خلل فى تطور الحشرة . وعليه .. فإن معاملة الهرمون بالملامسة فى طور الحورية الأخير ، أو اليرقة ، أو العذراء يؤدى إلى حدوث ضرر على التكوين الشكلى ؛ مما يسبب التشوه الخلقى (المسخ) Monster ، وفيه تكون الأفراد غير قادرة على النضج ، ثم تموت بعد فترة زمنية قصيرة ، أو يؤدى ذلك إلى تكوين أشكال وسطية تموت فى النهاية .

وقد تسبب المعاملة بجرعة كبيرة باستمرار ، تعدد طور اليرقة أو الحورية ، فتطيل بالتالى فترة التغذية ؛ مما يقلل من القيمة العملية للمكافحة بالهرمونات الشبابية ، خاصة إذا كان الطور غير الكامل هو الطور الضار ، وإلا إذا ماتت الحشرة دون إنتاج نسل . وقد لوحظ أن معظم المواد الكيميائية المؤثرة على التكوين الشكلى غير سامة نسبيًا ، ولهذا فإن مضاعفة الجرعة إلى مليون ضعف الجرعة المؤثرة قد يؤدى إلى تحمل الطور غير الحساس دون ظهور تأثيرات مرضية . وتحت ظروف التجارب المعملية تعامل الهرمونات بالحقن ، أو قميًا . وبينما نجد أن المعاملة مع الغذاء لها تأثير مقبول ، نجد أن معظم المركبات ذات تأثير فعال كمدخنات .

تصعب مكافحة معظم الحشرات الاجتماعية ، مثل : النمل ، والنمل الأبيض بالمبيدات الحشرية . فمنها ما يتغذى ويصل إلى مستوى البلوغ ، وتكون الملكاته القدرة على إنتاج النسل ، وقد تؤدى إضافة المركبات ذات التأثير على التكوين الشكلى إلى إحداث خلل فى نمو الأفراد ، وعقم الأفراد القادرة على إنتاج النسل . وتستمر عملية الانسلاخ وتظهر بعض الصفات المورفولوجية غير الكاملة عند ملامسة الأطوار قبل الأخيرة لهرمون الشباب .

ويمكن مكافحة الحشرات عند معاملتها بالمركبات الهرمونية ، وذلك بكسر العذارى والحشرات الكاملة فى وقت غير مناسب لحياة الحشرة . ومن المعروف أن هرمون الشباب ينظم عملية السكون ؛ لذا يمكن التوصل إلى مركبات مثبطة لفعل الهرمون Anti hormone تعمل على منع أو تنبيه السكون .

يعتمد التحكم فى نمو المبايض على هرمونات الشباب . ويوقف غياب هذه الهرمونات التكاثر ويمنع إنتاج النسل . وإذا تم التوصل إلى مركبات مضادة للهرمونات ، فإن معاملتها تعمل على تثبيط النشاط الهرمونى المنبه للغدد التناسلية وقد يفتح ذلك مجالاً جديدًا فى المكافحة . ويعتبر إحداث الخلل فى النمو الجنينى من أفضل وسائل التطبيق الهرمونى ؛ حيث توجد معظم هرمونات الشباب ، والتى تعمل على منع تطور الجنين بعد تعريض البيض ، أو معاملة الإناث قبل وضع البيض .

مما سبق .. يتضح أن المعاملة بالمركبات المؤثرة على التكوين الشكلى ضد أطوار الحشرات غير الكاملة قد تؤدى إلى موت هذه الحشرات نتيجة للخلل فى نظام النمو ، والتطور . وقد يؤدى ذلك إلى كسر سكون العذارى والحشرات الكاملة ، بالإضافة إلى حدوث خلل فى النمو الجنينى . وتزداد الفائدة العملية لهذه المركبات عند معرفة مدى تخصصها للأنواع الحشرية المختلفة ويزداد بالتالى أمانها على الأعداء الحيوية ، والإنسان ، والفقاريات . ويقلل استخدامها بجرعات منخفضة من إمكانية تلويثها للبيئة . كذلك يزيد ضعف تأثيرها السام على الحشرات من احتمالات عدم ظهور مقاومة للحشرات تجاه فعل هذه المركبات . ولعل أهم الصعوبات التى تواجه تطبيق هذه المركبات على نطاق واسع تكمن فى عدم معرفة تركيبها الكيميائى على وجه الدقة ، بالإضافة إلى صعوبة تخليقها بطريقة اقتصادية ، واحتمال ظهور سلالات مقاومة لفعلها ، وذلك لأن الحشرات تقوم بهدم هذه الهرمونات داخل جسمها عندما لا تكون هناك ضرورة لوجودها داخل جسم الحشرة .

الفصل الحادى عشر

مثبطات التطور الحشرية

أولاً : مقدمة

ثانياً : أهم النظريات التى تفسر فعل مثبطات التطور

ثالثاً : أهم مثبطات التطور الحشرية

الفصـــل الحـــادى عشــــر

مثبطات التطور الحشرية

Insect Development Inhibitors

أولاً : مقدمـــة

يتميز جليد الحشرة بأنه تكوين معقد يختلف عن جلد الفقاريات ، ويلعب الجليد دورًا هامًّا فى حياة الحشرة . وهناك بعض عناصر الضعف فى الجليد أهمها :

١ – يلزم التخلص من الجليد القديم ، وبناء جليد جديد حتى يتم نمو الحشرة .

٢ – يجب أن يكون الجليد مانعًا لنفاذ الماء ، حتى يمنع الجفاف السريع للحشرات ذات السطح الكبير خاصة الأرضية .

تقوم الغدد الصماء ، بجانب العمليات البيوكيميائية العامة ، بدور حيوى فى تكوين الجليد الجديد ، والتخلص من الجليد القديم ؛ حيث تتم عمليات النشاط التخليقى ، والتخزين ، ونقل الكربوهيدرات لتكوين الكيتين العديد التسكر . ويلعب الحمض الأمينى « تيروسين » دورًا بالغ الأهمية فى بناء البروتينات ، والأرثوكينونات اللازمة للتصلب Sclerotization ، وهذا الحامض مسئول عن تكوين المركبات الفينولية اللازمة لدبغ البروتين وتحويله إلى سكليروتين ، كما تقوم الدهون بالعمل على منع نفاذ الماء . وقد تتكون أحياناً بعض المواد الخاصة ، مثل : البروتين المطاط Protein resilin ، والمواد المانعة لتأكسد الدهون فى الجليد . ويتم هضم الجليد القديم بواسطة إفرازات إنزيمية خاصة ، كما يتم التخلص من بقاياه وقت الانسلاخ . ومن الضرورى أن تكون هناك حماية كافية لمنع نفاذ الماء أثناء هذه العمليات . كما يلزم أن تبدأ جميع العمليات السابقة فى فترة زمنية محددة ولمدة معينة . وفيما يلى أهم الهرمونات المؤثرة على هذه العمليات :

١ – هرمونا Ecdysiotropin ، و Ecdysone ويعملان على تنبيه عملية الانسلاخ .

٢ – هرمون الشباب Juvenile hormone ويتحكم فى شكل الجليد الجديد .

٣ – هرمون Bursicon ويبدأ عملية دبغ الجليد ، كما ينبه إفراز الجليد الداخلى ، ويقوم بالسيطرة على فقد الماء وتجفيف الجليد .

ويعتبر الكيتين من أهم مكونات الجليد ، وهو مادة نيتروجينية عديدة التسكر مطابقة فى تركيبها للمادة المكونة لجدار الفطر (الفطرين) . صيغتها الأولية ($C_8 H_{13} O_5 N$) وهى لأستيل جلوكوز أمين ترتبط بعدة مئات منه فى سلسلة طويلة بروابط جلوكوسيدية . ويوجد الكيتين فى الجليد الداخلى بنسبة ٦٠٪ ، وفى الجليد الخارجى بنسبة ٢٢٪ من الوزن الجاف فى الصرصور الأمريكى . أما البروتين فهو يكون غالبية الجزء غير الكيتينى فى الجليد ، ويوجد بنسبة ٢٥ – ٣٧٪ من الوزن الجاف ، ويرتبط بالكيتين على أنماط مختلفة من الروابط المختلفة القوة .

ولا ترجع صلابة الجليد ، خاصة الخارجى إلى وجود الكيتين ، بل إلى وجود مادة كهرمانية أو بنية اللون تملأ المسافات بين خيوط الكيتين ، عند تصلب الجليد ، وتربطها ببعض وهى عبارة عن بروتين مدبوغ أطلق عليه اسم السكليروتين . وترجع عدم نفاذية الجليد إلى دبغ الجليد الخارجى بالإضافة إلى طبقة الشمع .

عندما تنفصل خلايا البشرة من الجليد القديم ، وتبدأ فى إفراز مكونات الجليد يمتلىء الفراغ بين الجليد القديم والجديد ، والمعروف بـ (فراغ الانسلاخ) بسائل بلازمى خفيف يعرف أيضًا باسم (سائل الانسلاخ) ، وتفرزه خلايا البشرة ، وأنابيب ملبيجى أحيانا . ووظيفة هذا السائل تتركز فى هضم وإذابة الطبقات الداخلية من الجليد القديم . ويحتوى هذا السائل على بروتين ذائب ، وإنزيم لهضم البروتين (البروتياز) ، وآخر لهضم الكيتين (كيتيناز) . ويحتوى سائل الانسلاخ فى معظم الحشرات على A- acetylglucosamine ، و Glucosamine ، ومعظم الأحماض الأمينية الطبيعية . ويتم هضم الكيتين بواسطة إنزيمين : الأول Chitinase وهو عديد التسكر ، والثانى Chitobiase وهو قليل التسكر . ويؤثر سائل الانسلاخ على الجليد الداخلى فقط حيث يحلله بالكامل .

وكان من المعتقد أن الانسلاخ عملية إخراج ، يتخلص فيها جسم الحشرة من المواد الزائدة عن حاجته . ولكن لوحظ أن الجزء الأكبر من الجليد يتم إمتصاصة داخل الجسم (الانسلاخ الداخلى Apolysis) ، وأن الجزء غير القابل للهضم (السكليروتين ، والكيوتكيولين) هو الذى يُطرح خارج الجسم (الانسلاخ الخارجى Ecdysis) . وتشبه حركة الحشرة التى ينتج عنها الخروج من الجليد القديم حركة الخروج من البيضة ؛ حيث تنقبض عضلات بطن الحشرة ، فتدفع سوائل الجسم إلى الرأس والصدر . وغالبًا ما تبتلع الحشرة كمية من الهواء ، وعندما ينشق الجليد تسحب الحشرة نفسها من الجليد القديم . وتؤدى العضلات الظهرية البطنية ، والعضلات بين العقلية فى البطن الضغوط اللازمة لعملية الانسلاخ . وعندما تخرج الحشرة من جليدها القديم يكون الجليد الجديد وقتها طريًا ومرنًا . وتأخذ الحشرة مرة أخرى فى ابتلاع الهواء ، أو الماء بشدة ويزيد حجمها كثيرًا . وتستمر عضلات الجسم فى حالة انقباض حتى تجعل ضغط الدم داخل فراغ الجسم فى مستوى عالٍ ، ويساعد الاحتفاظ بهذا الضغط فى فرد الأجنحة . وعمومًا .. يمكن القول بأن حجم الجسم ، وحجم الجناحين يتناسبان طرديًا مع حجم الدم . ويكون الجليد فى الحشرة حديثة الانسلاخ ، فى

الغالب ، عديم اللون . وفى خلال الساعات القليلة بعد الانسلاخ يتصلب ويأخذ اللون الداكن . ويعتقد أن هذه التفاعلات الكيميائية المسئولة عن تصلب الجليد تبدأ بتدخل الجهاز العصبى ، فالمخ المسئول عن إفراز نوع من الهرمونات البيتية فى الدم ، ويؤثر ذلك على خلايا البشرة ، ثم يصل فى النهاية إلى تصلب الجليد . ويبدو أن مصدر هذا الهرمون هو الخلايا العصبية المفرزة بالجزء الأوسط بين نصفى المخ . كما اكتشف أن لهرمون Bursicon دورًا هامًّا فى تلون الجليد باللون الداكن فى ذبابة اللحم . ويرجع تصلب الجليد وأخذه اللون الداكن إلى دبغ البروتين وتحويله إلى سكليروتين . ويلعب التيروسين دورًا هاما فى هذا الصدد ؛ حيث إنه المسئول عن تكوين المركبات الفينولية المسئولة عن هذا التحول . ويلزم لإتمام هذا التحول .. وجود الأكسجين (اللازم لتصلب الجليد) ، وإنزيم الفينول أوكسيديز الموجود بكثرة فى الجليد أو فى الدم ، ومادة N-acetyl dopamine . وذلك حتى تتكون مادة الكينون التى تدبغ الجليد . ومن المعروف أن الأجزاء الداخلية من طبقة الجليد الداخلى تحتوى على مواد مختزلة تمنع تكوين الكينون ، فلا يتصلب فيها الجليد . ويرجع اكتساب اللون الداكن إلى دبغ البروتين (السكليروتين) إضافة إلى ترسيب حبيبات الميلانين .

إذا حدث خلل فى أى من العمليات المعقدة أثناء الانسلاخ تموت الحشرة ، وعليه .. فإن استخدام مثبطات تمنع تكوين الكيتين ، أو استخدام مركبات تؤدى إلى عجز الحشرة عن نزع جليدها القديم يسبب موت الحشرة فى النهاية . وقد ظهرت فى السنوات الأخيرة مجموعة من المركبات الحديثة فى محاولة للتغلب على ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، تعرف بمثبطات التطور فى الحشرات ، Insect Development Inhibitors (IDI) أو مثبطات تخليق الكيتين chitin synthesis inhibitors . وعلى العكس من IGR'S (مثل مشابهات هرمون الشباب) ، فإن هذه المركبات لاتنظم ولكنها تثبط العمليات الحيوية ، مثل التداخل فى عملية ترسيب كيتين الحشرة . وعليه .. فإن جميع الأطوار الحشرية المعروفة بتكوينها لجليد جديد تكون حساسة لهذه المركبات . وقد اكتشفت هذه المركبات كمبيدات لليرقات عن طريق الفم . وبعد مزيد من الدراسة لوحظ امتداد نشاطها كمبيد بالملامسة على اليرقات كما أنها تمنع فقس البيض . ومن أهمها مركبات Diflubenzuron (Dimilin) ، Triflumuron (SIR 8514) ، وهى تستعمل الآن فى مصر مخلوطة مع المبيدات العضوية المصنعة ، مثل : مركبات الفوسفور العضوية ، والكاربامات . وتتميز هذه المركبات ببطء تأثيرها Slow acting ، ويكون أثرها الباقى على النبات ثابتاً نسبيًّا .

ويمكن مكافحة اليرقات فى الكثير من أنواع الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية باستخدام هذه المركبات ، مثل : الحشرات ذات الجناحين ، والغشائية ، والحرشفية ، والغمدية ، ونصفية الأجنحة ، وكذا بعض الأكاروسات والمَن . وهناك كثير من الحشرات التى تتغذى داخل الأماكن غير المكشوفة ، مثل : ديدان اللوز ، وديدان البراعم ، والثاقبات ، والتى لايمكن مكافحتها تمامًا بهذه المركبات ، وإنما يمكن توجيه المكافحة إلى البيض سواء من خلال المعاملة المباشرة ، أو تعرض الحشرات الكاملة لمتبقياتها . وعند معاملة اليرقات تجد الحشرة صعوبة فى الانسلاخ بعد تناولها لهذه

المركبات ، ويفشل الجليد الجديد المشوه أو غير الكامل فى مقاومة الضغط الداخلى خلال عملية الانسلاخ . ولا تعطى بالتالى تدعيمًا كافيًا للعضلات المسئولة عن عملية الانسلاخ ، ويؤدى ذلك إلى عدم قدرة الحشرة على التخلص من جليد الانسلاخ القديم ، فيحدث الموت . (وعليه .. فمن الضرورى أن تنسلخ اليرقة على الأقل مرة واحدة قبل تقدير نسبة الوفاة) .

وليس لهذه المركبات صفة الجهازية فى النبات ، ولا يمكنها اختراق وتخلل الأنسجة النباتية . وعليه .. فإن الحشرات ذات الفم الماص لاتتأثر بهذه المركبات ، وقد تعطيها هذه الصفه القدرة الاختيارية بحيث لا تؤثر على معظم الحشرات الخارجة عن نطاق عملية المكافحة ، مثل : الطفيليات ، والمفترسات . كما تتميز هذه المواد بشكل عام بقدرتها على الثبات الكافى على سطح النبات ، وارتفاع النشاط البيولوجى لبقاياها . وإضافة إلى ما سبق .. فإن هذه المواد تتميز بالتحلل السريع فى التربة ، والماء ، والسمية المنخفضة للثدييات ، والطيور ، والأسماك .

ثانيا : أهم النظريات التى تفسر فعل مثبطات التطور

١ - فشل العضلات فى الاتصال بالكيوتيكل

يستخدم المضاد الحيوى Griseofulvin كمبيد فطرى فى الأغراض الزراعية . وقد بنى فعله الإبادى للفطر على تداخله فى تخليق كيتين الفطر (وهذه النظرية أصبحت الآن محل شك) . وقد أدى ذلك الاعتقاد إلى دراسة تأثير هذا المركب على الحشرات (Anderson عام ١٩٦٦) . حيث لوحظ أن تركيز ٢٠ جزءًا فى المليون يحدث خللاً فى نمو كيوتيكل يرقات البعوض ، وقد يرجع ذلك إلى فشل العضلات فى الاتصال بالكيوتيكل . كما لوحظ وجود تأثيرات مورفولوجية غير طبيعية على الأكاروسات بعد معاملتها بهذه المادة ، مثل : نقص الصبغات ، وتشوه فى بعض مناطق الجليد بالبطن .

وقد أظهرت الدراسات أيضًا أن مركب Polyoxin D مثبط ناجح فى عملية تخليق كيتين الفطر ، مما يفسر تأثيره التثبيطى فى تخليق جدار الخلية الكيتينى . كما وجد أن لـ Polyoxin A صفات متميزة كمبيد حشرى ، بالإضافة إلى قدرته فى إحداث تأثيرات خاصة على جليد الحشرة . (الجرعة الكافية لإحداث ٥٠٪ موت بعد حقن النطاطات = ٥ ميكروجرام/ حشرة) .

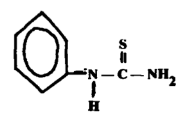
CH_3O | O | OCH_3 | C | O | CH_3O | C | CL | O | CH_3

Greseofulivn

٢ - تثبيط إنزيمات الفينول أوكسيديز

تعتبر إنزيمات الفينول أوكسيديز Phenol oxidases ، الموجودة بالدم والجليد ، ضرورية جدًا لإنتاج الكينونات المدبوغة من الأحماض الأمينية العطرية . ويؤدى تثبيط هذه الإنزيمات إلى فشل عملية صلابة وقتامة الجليد . وقد وجد أن لمجموعة مركبات الثيويوريا ، والمركبات القريبة مثل (Dithio carbamates , 2- thiouracils) القدرة على تثبيط هذه الإنزيمات خارج جسم الحشرة ، حيث تكون مركبًا معقدًا مع عنصر النحاس فى هذه الإنزيمات المعدنية . وقد لوحظ تثبيط كل من نمو الجليد ، وتكوين الصبغات فى الحشرات المعاملة .

وقد تم تقييم مركب الفينيل ثيويوريا (PTU) كمبيد حشرى لمكافحة فراشة الملابس والبعوض ويرقات الذباب المنزلى . وقد وجد wallis (١٩٦١) أن يرقات البعوض تعانى من نقص الميلانين ، كما طالت فترة الطور اليرقى وذلك بعد تعرضها لمركب (PTU) بتركيز عالٍ (١ ملليمول) . وقد لاحظ Mcfarlane (١٩٦٠) فعل بعض المركبات ، مثل : الثيويوريا ، صوديوم داى إيثيل داى ثيو كاربامات على بيض صراصير الغيط ، وأشار إلى أن الفعل السام يرجع إلى نقص مستوى إنزيم الفينول أوكسيديز ، ويؤدى هذا إلى منع دبغ الكوريون والسماح بامتصاص الماء . وقد أظهرت بعض الدراسات انخفاض مستوى النشاط الإنزيمى داخل جسم الحشرة ، مع حدوث السمية نتيجة لتشوه تكوين ونمو الجليد . وقد درس Edelman & Posnova عام (١٩٧٠) تأثير التغذية بمركب من مشتقات الثيويوريا على عدد كبير من الحشرات ، ولم تظهر أية تأثيرات سامة إلى أن فشلت الحشرة فى التخلص من الجليد القديم . وانخفض مستوى المحتوى الصبغى فى بعض الأنواع ، وكذلك التصلب فى الجليد الجديد ، كما انخفض مستوى نشاط إنزيم الفينول أوكسيديز بمعدل ٣٠ - ٦٠٪ فى الحشرات المعاملة . وقد ظهرت تأثيرات مشابهة على الانسلاخ وتخليق الجليد عند حقن الثيوريا فى يرقات ديدان الحرير ، وذلك بسبب النقص الواضح فى نشاط إنزيم الفينول أوكسيديز .



1- Phenyl - 2 - thioured

أظهرت الدراسات أن العديد من المبيدات الفطرية من مجموعة الداى ثيوكاربامات ذا تأثير معنوى فى منع انسلاخ الحشرات ، ولم تعرف بعد طريقة إحداث مثل هذا التأثير ؛ إذ أدى مركب ziram بتركيز ٥ - ١٠ أجزء فى المليون ، إلى تأخير تعذر يرقات البعوض كما كان لمركبى Maneb ، Zineb

تأثير كامل فى منع انسلاخ الذباب الأبيض ، ثم حدوث الموت فى النهاية . وقد أشار McMullen عام (١٩٧٠) إلى أن التأثير السام لمركب Maneb يرجع إلى الأضرار الخلوية الناشئة من التأثير على إنزيمات Sulfhydryl ، وربما الإنزيمات القابضة على المعادن .

$$\begin{array}{c} S \\ \| \\ CH_2NH.CS \\ | \\ CH_2NH-CS \\ \| \\ S \end{array} > Mn$$

Mdneb المانيب

٣ - تثبيط إنزيمات DOPA decarboxy lase

تمثل إنزيمات الفينول أوكسيديز أحد الأهداف التى يمكن مهاجمتها ، بالإضافة إلى ذلك يمكن تثبيط إنزيم DOPA decarboxylase ، والذى يحول DOPA إلى dopamine المؤدى فى النهاية إلى تكوين الكينونات المدبوغة كما فى شكل (١١ - ١) .

Tyrosine → (phenoloxidase, blocked) → dopa → (dopa decarboxylase) → dopamine → (acetylation) → N — acetyl dopamine → (O — diphenol oxidase) → N - acetyl dopamine quinone

شكل (١١ - ١) : كيفية منع تكوين الكينونات كنتيجة للتثبيط الإنزيمى .

ومن أمثلة مثبطات إنزيم DOPA decarboxylase مركب : 3- (3,4- dihydroxy phenyl)- 2- hydrazino- 2- methyl- propionic acid ، والذى يمنع تصلب الغلاف العذرى لذباب الاسطبلات بتركيز ٥ ميكروجرام/ عذراء ، ويؤدى فى النهاية إلى حدوث الموت .

٤ – تحفيز إنتاج بعض المركبات قبل تمام تكوينها

أظهرت بعض الدراسات نماذج لعملية الدبغ المبكر للجليد قبل استكمال الحشرة لانسلاخها ، وقبل تمام شكلها الجديد . وقد لوحظ ذلك مع استخدام JHA ، وكذلك مع استخدام الأحماض الدهنية المشبعة . وقد يسبب الخلل فى الكثير من المناطق أثناء الانسلاخ نفس النتيجة . وعلى سبيل المثال .. فإن تحفيز تخليق المركبات المسئولة عن دبغ البروتين قبل تمام تكوينه ، أو إطلاق هرمون Bursicon قبل تمام نضجه يؤدى إلى فشل الحشرة فى الانسلاخ والموت .

٥ – إحداث خلل فى المحتوى المائى للجليد

ويتضمن ذلك المواد الكاشطة الخاملة ، والمساحيق التى تدمص الشمع Silica aerogels ، والتى تستخدم لمكافحة الحشرات المنزلية وحشرات الحبوب المخزونة . وقد لاحظ Turpin & Peters عام (١٩٧١) الأضرار الناتجة عن الجفاف فى ديدان جذور الذرة ، والتى تفضل التربة الطفلية عن الرملية ؛ حيث تؤدى الأخيرة إلى تجريح طبقة الجليد الدهنية ، وإحداث الموت فى النهاية . وقد أظهرت الدراسات الحديثة وجود بعض النظم الفسيولوجية المسيطرة على حركة الماء فى الجليد . وعلى سبيل المثال .. وجد winston & Beament عام (١٩٦٩) أن الطاقة اللازمة للجليد (مضخة الماء) تقع فى منطقة البشرة ، وتعمل على خفض التوتر المائى فى الجليد مقارنة بالهيموليمف .

أشار Cline (١٩٧٢) إلى تمييز بعض الأمينات الدهنية بقدرتها على تلف ، أو تدمير الحواجز التى تمنع نفاذ الماء فى جليد بيض البعوض ، ويحدث الموت نتيجة للجفاف . كما لاحظ Sun & Johnson عام (١٩٧٢) أن العديد من السموم العصبية تعمل على الفقد السريع للمحتوى المائى فى الحشرات المعاملة ، وذلك قبل ظهور أعراض التسمم بها . واقترحا أن هذه المركبات تتداخل مع نظم التحكم العصبية والمسئولة عن الحد من فقد الماء خلال الجليد .

٦ – تثبيط تخليق الكيتين وتنبيه نشاط بعض الإنزيمات

لوحظ أن لمجموعة مركبات 1- benzoyl - 3- phenyl ureas ، والتى تتميز بقدرتها على قتل وإبادة الحشائش ، تأثيراً ضارا على انسلاخ الحشرة . وهذه المجموعة من المركبات غير سامة على الحشرات الكاملة ، أو غير الكاملة عند معاملتها قميًا . وتتميز هذه المجموعة بسميتها المحدودة على الفقاريات والنباتات.. ولكن بعد هضم هذه المركبات .. يفشل العديد من الأطوار غير الكاملة فى التحول إلى حشرة كاملة ثم تموت فى النهاية . وقد يعزى ذلك إلى التداخل فى عملية ترسيب الجليد ، وفشل بناء الجليد الداخلى . وقد أشار البعض إلى أن هذه المركبات لاتتداخل مع التنظيم الهرمونى للانسلاخ ، وهى لاتشبه JHA فى تأثيرها على استمرار انسلاخ اليرقة إلى يرقة أخرى . وقد اقترح أخيرا أن هذه المركبات تثبط تخليق الكيتين فى يرقات حرشفية الأجنحة ، كما تنبه نشاط إنزيمى Chitinase ، وإنزيم

فى يرقات الذباب المنزلى . وأى من هذين التأثيرين ، أو كلاهما يؤدى فى Cuticular phenol oxidase النهاية إلى تكوين جليد رقيق وضعيف . وأوضحت الدراسات الحديثة أن طريقة فعل مركبات البنزويك فينيل يوريا تتركز فى تثبيط ، وتخليق ، وترسيب الكيتين فى جليد الحشرات . ويقال إن هذه المجموعة من المركبات تؤثر على الخطوة النهائية فى تخليق الكيتين . وهناك افتراضان لعمل هذه المركبات :

الافتراض الأول

إن مركب الديميلين ينبه نشاط إنزيمى الفينول أوكسيديز Phenol oxidase ، والكيتينيز Citinase ثم يتداخل فى تكوين الكيتين بالجليد .

الافتراض الثانى

إن مركب الديميلين يقلل نشاط الإنزيمات المسئولة عن هدم هرمون Ecdysone ، وبالتالى تنبه زيادة مستوى الهرمون إنزيم الكيتينيز ، وتمنع الترسيب المناسب للكيتين فى الجليد الجديد .

أوضحت الدراسات الحديثة عن تأثير Diflubenzuron على الذباب ،قدرة المركب على تثبيط تخليق DNA فى أقراص بلوغ خلايا البشرة ، ويمنع بالتالى تكوين خلايا البشرة البالغة فى منطقة البطن ، كما يمنع تخليق الكيتين . ويمكن القول بأن تثبيط تخليق DNA هو أول مرحلة فى فعل الداى فلوبنزيرون ، وأن تثبيط تخليق الكيتين هو المرحلة الثانية .

من الجدير بالذكر أن بعض الدراسات المتقدمة قد أشارت إلى أن مركب الداى فلو بنزيرون يثبط فعل إستريزات هرمون الشباب فى حشرة سوس اللوز ؛ مما يؤدى إلى تكوين حالة وسطية بين العذراء واليرقة . لذا .. يشار إلى أن هذا المركب يثبط عددًا من النظم الإنزيمية فى حشرات مختلفة ، وأن تأثيره فى بعض الحالات على تخليق الكيتين هو مرحلة ثانية .

وقد أجريت دراسات على العلاقة بين التركيب الكيميائى لهذه المركبات ونشاطها على الجليد ، وأظهرت وجود اختلافات واضحة فى الحساسية بين الأنواع المختلفة من الحشرات وأبرز مثالين لهذه المجموعة هما مركبى : (TH - 6038) ، (TH - 6040) .

X = CL TH - 6038
X = F TH - 6040

1- Benzoyl - 3- Phenyl ureds

وقد دخل المركب الأخير TH - 6040 اختبارات التقييم فى مصر تحت اسم الديميلين ، أما المركب الثانى الذى يثير الانتباه من الوجهة التطبيقية ، والذى يتميز بتخصص عالٍ وفعل واضح على جليد الحشرة هو : 2,6-di-t-butyl-4 (, -dimethyl benzl) phenol ، أو ما يعرف باسم (MON - 0585) . وقد ظهر هذا المركب كمبيد ليرقات البعوض ، ويتميز بانخفاض تأثيره على الحشرات الأخرى ، وهو آمن إلى حدٍّ كبير على الحشرات النافعة والفقاريات . وعند معاملته ضد يرقات البعوض لاتظهر اليرقات تأثيرات مرضية فورية . ويختلف وقت التأثير عن معظم JHA ؛ حيث يمنع خروج الحشرات الكاملة بمعدل أكبر من منعه للتعذر . وقد اقترح أن هذا المركب يثبط إنزيم الفينول أوكسيديز ، ولكن معدل فعله على الإنزيم متوسط . ومازلت طريقة تأثيره غير معروفة ، ومن المحتمل أن تشابه التأثير الهرمونى .

٧ - التأثير البيوكيميائى على نسبة البروتين ـــ الكيتين

أظهرت الدراسات ، التى أجريت على يرقات الذباب المنزلى ، أن زيادة تركيز مثبط التطور الحشرى تؤدى إلى زيادة خفض كمية كيتين الجليد دون أى تأثير على مستوى بروتين الجليد . ونتيجة لذلك ترتفع النسبة بين البروتين والكيتين من ٣,٠٤ فى اليرقات غير المعاملة ، إلى ٨,٩٧ و ٦,٩٨ مع المعاملة بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون من الترای فلوميرون ، والدای فلوبنزيرون على الترتيب . وقد يرجع هذا الخلل إلى الصفات الطبيعية الحيوية والبيوكيميائية للجليكوبروتين ، والذى يمثل المكون الأساسى للجليد الداخلى . وقد تؤثر هذه الزيادة فى نسبة البروتين - الكيتين على المرونة ، وبالتالى على ثبات الجليد ، وهاتان الصفتان هامتان فى مرحلة الانسلاخ .

وفى دراسات على الفصل الكهربى لبروتين جليد يرقات الذباب المنزلى ، لاحظ الكردى عام (١٩٨٥) وجود ١٦ حزمة مختلفة من البروتين ، بينما ينخفض العدد إلى ١٢ حزمة نتيجة المعاملة بالدای فلوبنزيرون ، والترای فلوميرون بتركيز ١٠٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون . وقد يرجع ذلك إلى عدم كفاية التخليق الإنزيمى بسبب المعاملة بمثبطات التطور الحشرية . وفى دراسة أخرى .. لوحظ أن اليرقات المعاملة بالدای فلوبنزيرون ، قد أظهرت انخفاضًا واضحًا فى حزم البروتين ، مع زيادة فى كثافة بعض الحزم البروتينية .

٨ -.التأثير على ميكانيكية النفاذ

أجريت هذه الدراسة على أجنحة الحشرة الكاملة **Leptinotarsa decemlineata** ، والتى تنخفض فيها ميكانيكية النفاذ تدريجيًا حتى اليوم العاشر بعد خروج الحشرة الكاملة . وقد لوحظ أن المعاملة بالدای فلوبنزيرون خلال هذه الفترة تؤدى إلى حدوث تغير فى مستوى النفاذية ؛ حيث تؤدى إلى إيقاف خفض ميكانيكية النفاذ . ويرجع ذلك إلى وقف تكوين الكيتين . وقد لوحظت زيادة سمك الجناح Elytra نتيجة المعاملة دون أن يرتبط هذا بأية تغيرات قياسية فى النفاذية ؛ مما يوحى بأن خفض

النفاذية لايرتبط بالزيادة فى السمك . وعمومًا .. يمكن القول بأن تأثير الداى فلوبنزيرون على النفاذية يرجع إلى تداخله مع نظام الكيتين – البروتين فى الجناح . ولم تظهر فى هذه الدراسة أية تأثيرات مباشرة للمعاملة بالداى فلوبنزيرون على دبغ البروتين .

ثالثًا : أهم مثبطات التطور الحشرية

جدول (١١ – ١) : التركيب الكيميائى والمستحضر التجارى لأهم مثبطات التطور الحشرية .

الاسم التجارى	المادة الفعالة	التركيز وصورة المستحضر	التركيب الكيميائى
Dimilin	Diflubenzuron	W.P. ٢٥٪	F, F — CO — NH — CO — NH — CL
BYA SIR 8514	Triflumuron	E.C. ٦,٥٪	CL — C — NH — CO — NH — OCF_3
PH 60-44	Penfluron	W.P. ٢٥٪	F, F — CO — NH — CO — NH — CF_3
CME 134	Teflubenzuron	F.L. ١٥٪	F, F — CO — NH — CO — NH — CL, F, CL, F
XRD 473	Benzoylphenyl urea	E.C. ٥٪	F, F — CO — NH — CO — NH — CL, $OCF_2 — CHF_2$, CL
Atabron (IKI)	Chlor- -fluazuron	E.C. ٥٪	F, F — CO — NH — CO — NH — CL, CL — O — CL, N, CF_3
Cascade	Flufenoxuron	E.C. ٥٪	F, F — CONHCONH — F — O — CL — CF_3

تأثير مركب Diflubenzuron على البيض

أظهرت الدراسات حتى عام ١٩٧٥ أن منع فقس البيض فى الإناث المعاملة هو نتيجة لفعل تعقيمى . وقد لوحظ حديثًا أن جنين بيض الإناث **Leptinotarsa decemlineata** المعاملة بمركب الداى فلوبنزيرون يكون منطقة جليدية غير منتظمة لاشكل لها Amorphous ، وذلك بدلاً من الصفائح الجليدية العادية . ومن المحتمل أن تفشل الأجنة فى استخدام عضلاتها لتترك البيض عند الفقس . ويرجع ذلك لعدم صلابة الجليد ؛ مما يؤكد رجوع التأثير على البيض إلى التداخل مع تخليق الكيتين . وهناك عوامل كثيرة تؤثر على النشاط الملامس المباشر للداى فلوبنزيرون على البيض ، منها :

١ – مستحضر المركب

تتعلق الأهمية الأولى لمستحضر المركب إلى حجم الحبيبات . وتتعلق الأهمية الثانية بالمواد المساعدة التى تزيد من انتشار المركب على السطح المعامل . وقد أظهرت الدراسات ارتفاع كفاءة المركب إلى عشرة أضعاف ، وذلك إذا كان فى صورة مستحضر سائل ، بالمقارنة إلى صورته على هيئة معلقات لحبيبات المسحوق وسط السائل . كما يتوقف استخدام الناشرات على طبيعة السطح المعامل ؛ حيث يلزم استخدام الناشرات عند معاملة أوراق الكرنب لمكافحة بيض أبى دقيق الكرنب ، بينما يمكن الاستغناء عنها عند معاملة أوراق البطاطا لمكافحة بيض **Leptinotarsa decemlineata** .

٢ – عمر البيض

يقل نشاط مركب الداى فلوبنزيرون الإبادى مع ازدياد عمر البيض . وتؤكد الدراسات التى أجريت على بيض دودة ورق القطن والذباب المنزلى هذه النتائج .

٣ – نسبة الرطوبة

تزداد نسبة إبادة البيض عند استخدام الداى فلوبنزيرون ، مع ارتفاع نسبة الرطوبة .

أشار Ascher & Nemny عام (١٩٧٤) إلى سمية مركب الداى فلوبنزيرون ضد بيض دودة ورق القطن عند غمره تحت الظروف المعملية ؛ حيث أدى تركيز ٠,٢٥ جزء فى المليون (مادة فعالة) إلى منع فقس بيض دودة ورق القطن . كما أوضح Grosscurt عام (١٩٨٠) أن قدرة مركب الداى فلوبنزيرون على منع فقس البيض ترجع إلى قدرته على منع تخليق الكيتين ؛ وبالتالى تفشل اليرقات فى استخدام عضلاتها حتى تحرر نفسها من جدار البيضة . كما أظهرت النتائج التى حصل عليها مصطفى ، والعتال (١٩٨٥) كفاءة التراى فلوميرون كمبيد لبيض دودة ورق القطن . ويعتبر ما قامت به حسين وآخرون عام (١٩٨٥) من أهم الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد لمقارنة التأثير السمى لمثبط التطور الحشرى (IKI) ، مع بعض المبيدات الحشرية الحديثة ضد بيض دودة اللوز

الأمريكية ؛ حيث أظهرت النتائج الكفاءة العالية له كمبيد لبيض دودة اللوز الأمريكية ، وبلغت قوته ١٨,١٣ مرة بالمقارنة بالمبيد الفوسفورى السيانوفوس . ويوضح جدول (١١ - ٢) ذلك . كما أشارت نفس الدراسة إلى الفعل المقوى لمثبط تخليق الكيتين (IKI) عند خلطه مع كل من الكلوربيريفوس ، والميثوميل ضد بيض دودة اللوز الأمريكية ، بينما أظهر فعلاً إضافيا مع كل من السيانوفوس ، والفينبروباثرين ، والفانفاليرات جدول (١١ - ٣) .

جدول (١١ - ٢) : الكفاءة النسبية لبعض مثبطات التطور والمبيدات ضد بيض دودة ورق القطن .

المركب	التركيز النصفى القاتل (جزء فى المليون)	الكفاءة النسبية
IKI	٨٠	١٨,١٣
كلوربيريفوس	٩٦٠	١,٥١
سيانوفوس	١٤٥٠	١,-
ميثوميل	٨٢٥	١,٧٦
فنبروباثرين	٥٠٠	٢,٩٠
فنفاليرات	٥٥٠	٢,٦٤

جدول (١١-٣) : الفعل المشترك لبعض المبيدات الحشرية مع IKI ضد بيض دودة اللوز الأمريكية .

مخلوط المبيد مع IKI ١ : ١	عامل السمية المشتركة
كلوربيرفوس + IKI	+ ٣٢,٢٠
سيانوفوس + IKI	+ ١٦,-
ميثوميل + IKI	+ ٢٩,٤١
فينبروباثرين + IKI	+ ١١,١١
فنفاليرات + IKI	+ ١٢,٢٨

الفعل التعقيمى لمثبطات التطور الحشرية

يعتبر الفعل التعقيمى من أهم عناصر تقييم المركب على المدى الطويل . وهو من العناصر المرجحة لاستخدام مثبطات التطور الحشرية ضمن وسائل التحكم المتكامل للآفات ؛ حيث أظهرت الدراسة التى قام بها مصطفى ، والعتال (١٩٨٥) قدرة مركب الترای فلوميرون فى إحداث عقم لفراشة دودة ورق القطن بلغ حوالى ٦٧٪ . كما أوضحت النتائج التى تحصلت عليها حسين وآخرون عام (١٩٨٥) ، أن مثبط التطور الحشرى IKI قد أحدث تحكما فى الكفاءة التناسلية لدودة اللوز الأمريكية بلغ حوالى ٥٨,٨١٪ ، بالمقارنة بـ ٢,٩٤٪ لمركب الميثوميل جدول (١١-٤) ، بينما بلغ التحكم فى حيوية البيض حوالى ٥٢,٥٪ لمركب IKI بالمقارنة بـ ٦,٢٩٪ لمركب الميثوميل . ويعتبر التأثير التعقيمى لمثبطات التطور الحشرية أحد الميزات النسبية الهامة التى يتفوق بها على المبيدات الحشرية .

جدول (١١ - ٤) : الفعل التعقيمى لمثبطات التطور الحشرية .

المركب	عدد البيض/ أنثى	التحكم فى الكفاءة التناسلية (٪)	الفقس (٪)	التحكم فى حيوية البيض (٪)
IKI	٢١١,٦	٥٨,٨١	٤٣,١٦	٥٢,٥٠
كلوربيريفوس	٤٧٦,٦	٧,٢٢	٧٩,١٤	١٢,٩٠
سيانوفوس	٤٣٩,٢	١٤,٥٠	٨١,٧٣	١٠,٠٥
ميثوميل	٤٩٨,٦	٢,٩٤	٨٥,١٤	٦,٢٩
فينبروباثرين	٤٨٧,٣	٥,١٤	٤٣,٩١	٧,٦٥
فنفاليرات	٤٧٩,٥	٦,٦٦	٨٠,٢٩	١١,٦٣
مقارنة	٥١٣,٧	—	٩٠,٨٦	—

تأثير خلط المبيدات الحشرية ، ومثبطات التطور الحشرية على الاقتدار الحيوى لدودة ورق القطن

١ - أظهرت الدراسات التى أجراها حسين وآخرون عام (١٩٧٧) أن خلط الديملين مع السيولين ، أو الدروسبان بنسب مختلفة أدى إلى نتائج أكثر فعالية ضد العمر اليرقى الرابع لدودة ورق القطن ، خاصة مخلوط الديميلين والسيولين بنسبة ١ : ١ . وقد كان له تأثير واضح على زيادة نسبة الموت بمرور الوقت بعد المعاملة . وقد كانت السلالة الحساسة أكثر تأثرًا من السلالة المقاومة لدودة ورق القطن .

٢ – أوضحت الدراسات التى أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٦) تأثر معدل تعذر ورق القطن بمخلوط المبيد مع مثبط النمو . وقد أظهر مثبط النمو الحشرى IKI كفاءة أكثر من SIR فى خفض نسبة التعذر سواء استخدم بمفرده ، أو مخلوطًا مع المبيدات المختبرة ، ويزداد الأثر المتأخر للمخاليط مع زيادة الجرعة المستخدمة من مثبط النمو الحشرى ؛ حيث ازدادت سمية الميثوميل معنويا عند خلطه بـ IKI أو SIR ؛ إذ تقوم مثبطات النمو بتقوية سمية المبيدات المختبرة . وقد كانت العذارى المعاملة أقل فى الوزن من المقارنة ، بالإضافة إلى انخفاض معدل خروج الفراشات . كما أدت مخاليط ، ومثبطات التطور الحشرية إلى خفض القدرة التناسلية . وتتفق هذه النتائج مع ما وجده جاد الله وآخرون عام (١٩٧٩) ضد حشرة الدودة القارضة باستخدام الديميلين .

الفعل الإبادى لمثبطات التطور الحشرية ومخاليطها مع المبيدات ضد دودة ورق القطن

أظهرت الدراسة التى قام بها مصطفى ، والعتال القدرة المتوسطة لمركب التراى فلوميرون على تثبيط تطور يرقات العمر الرابع لدودة ورق القطن إلى حشرات كاملة ، وذلك بالمقارنة بمجموعة من المبيدات الحشرية الموصى باستخدامها جدول (١١–٥) . كما أظهرت نفس الدراسة أن خلط التراى فلوميرون مع معظم المبيدات الحشرية المستخدمة قد أعطى تأثيرًا مقويًا للمخلوط جدول (١١–٦) . وقد يعزى ذلك إلى التداخل الطفرى للتراى فلوميرون مع الإنزيمات الهادمة للمبيدات (الجندى وآخرون عام ١٩٨٣) .

جدول (١١–٥) : تأثير مركب التراى فلوميرون ، وبعض المبيدات الحشرية على تثبيط تطور العمر اليرق الرابع لدودة ورق القطن .

المركب	التركيز المكافى لتثبيط تطور ٢٥٪ من اليرقات ملليجرام/ لتر
تراى فلوميرون	٦,٥٠
دلتا ميثرين	–,٤٢
فينفليرات	٤,–
كلوربيريفوس	٨,٢٠
فوسفولان	١٠٠,–
ميثوميل	٤٥,–

جدول (١١-٦) : الفعل المشترك للتراى فلوميرون ، وبعض المبيدات الحشرية على يرقات العمر الرابع لدودة ورق القطن .

المخلوط	عامل السمية المشتركة
دلتا ميثرين + تراى فلوميرون	+ ٨٤
فينفاليرات+ تراى فلوميرون	+ ٧٢
كلوربيريفوس + تراى فلوميرون	+ ٥٠
فوسفولان + تراى فلوميرون	+ ١٠
ميثوميل + تراى فلوميرون	+ ٧٦

وعلى العكس مما سبق .. فقد أظهرت دراسات خلط السيانوكس (سيانوفوس) مع بعض مثبطات النمو الحشرية انخفاض التأثير المقوى لهذه المركبات ، جدول (١١-٧) ، على يرقات دودة ورق القطن مما يشير إلى أن عمليات الخلط تحتاج إلى دراسات متأنية تتعلق بالصفات الطبيعية ، والكيميائية لمكونات المخلوط ، وكذلك القابلية للخلط ، أو التوافق الخلطى .

جدول (١١-٧) : الفعل الإبادى لمخلوط السيانوكس مع بعض مثبطات التطور الحشرية ضد يرقات دودة ورق القطن .

المعاملات	محتوى المادة الفعالة	النسبة المئوية للموت على الفترات				
		٢٤ ساعة	٥ أيام	١٠ أيام	١٥ يوماً	الأثر الباق ٪
سيانوكس + CME ١٣٤	٥٠٠ + ١٠	٤٤	١٠٠	٩٨	٨٩	٩٣,٥
	٥٠٠ + ١٥	٤٨	١٠٠	٩٨	٩١	٩٤,٦
سيانوكس + IKI	٥٠٠ + ١٥	٤٦	١٠٠	٩٨	٩٦	٩٧,٠
	٥٠٠ + ٢٠	٤٥	١٠٠	٩٩	٩٨	٩٨,٠
سيانوكس + XRD	٥٠٠ + ٢٥	٤١	٩٨	٩٤	٩٢	٩٣,٠
	٥٠٠ + ٣٠	٨٨	١٠٠	٩٩	٩٠	٩٤,٠
سيانوكس + بايسير	٥٠٠ + ٢٠	٤٤	١٠٠	٩٤	٩٣	٩٣,٥
	٥٠٠ + ٢٥	٤١	١٠٠	٩٨	٧٣	٨٦,٠
سيانوكس + SH 777	٥٠٠ + ١٥	٤٧	١٠٠	٩٩	٩٢	٩٥,٤
	٥٠٠ + ٢٠	٥٣	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠,٠
سيانوكس	٥٠٠	٥٦	١٠٠	٩٨	٩٨	٩٨,٠

وفى النهاية .. نود الإشارة إلى أن معاملة بعض الآفات بمثبطات التطور الحشرية قد تؤدى إلى انخفاض مستوى المقاومة للعديد من المبيدات الحشرية ، بل قد تؤدى كذلك إلى زيادة الحساسية لفعل المبيدات فى الأجيال المقبلة (الجندى وآخرون ١٩٨٥) . وقد ترجع هذه الميزة استخدام مثبطات التطور الحشرية خلطًا مع المبيدات الحشرية لخفض حدة المقاومة ، وهذه نقطة تحتاج إلى مزيد من الدراسة . إضافة إلى ما سبق .. يجب أن تهتم الدراسات فى هذا الميدان بأثر تتابع الرش بمثبطات التطور الحشرية ، والمبيدات الحشرية على مستوى مقاومة الآفات لفعل المبيدات .

الفصل الثانى عشر

منظمات ومثبطات النمو فى الحشرات ــ المقاومة والمستقبل

أولاً : مقدمة

ثانياً : المقاومة لمنظمات النمو فى الحشرات

ثالثاً : التغلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى

الفصـــل الثـانى عشـــر

منظمات ومثبطات النمو فى الحشرات – المقاومة والمستقبل

Insect Growth Regulators and Inhibitors

Resistance and Future

أولًا : مقدمـــة

لخص العالم Williams عام ١٩٦٧ السنوات الأخيرة من الجهد فى عالم تطور كيمياء المبيدات بمقالته المشهورة تحت عنوان « الجيل الثالث للمبيدات Third generation of pesticides » . وقد ساعدت محاضراته عن الزيت الذهبى Golden oil لحشرة السيكروبيا فى تعريف تركيب أول هرمون للشباب (JH) ، كما ساهمت فى تخليق مشابهاته . ولعل هرمونات الحشرات تتمتع الآن بإمكانية كبيرة للعمل كمبيدات حشرية تتميز بالتخصص ، بالإضافة إلى حمايتها من تطور المقاومة ، رغم أن الافتراض الأخير لم تثبت صحته فى الدراسات التى أجريت بواسطة Dyte عام ١٩٧٢ ، والتى أوضح فيها أن السلالات المقاومة للمبيدات تظهر مقاومة مشتركة لهرمونات الشباب ومشابهاتها .

وتتطور المقاومة إذا أخذ فى الاعتبار مايلى :

(أ) أن أى حشرة لها القدرة على تنظيم هرموناتها الداخلية بالتمثيل .

(ب) جزيئات المركب الغريب الخارجى (المعامل) تعامل دائمًا كمركبات غريبة Xenobiotic ، وبالتالى فهى تتبع عمليات فقد النشاط العادية ، والتى ترتبط دائمًا بمقاومة مبيدات الآفات المعروفة .

وتعزى المقاومة لمشابهات الهرمون وغيرها من منظمات النمو فى الحشرات نتيجة النقص فى النفاذية – وزيادة التمثيل ، بينما لم تعرف بعد مقاومة مكان التأثير أو الهدف ، ولذا فإن توقعات Williams فى هذا الجزء تعتبر صحيحة ، لأن الحشرات لاتصبح مقاومة بشكل حقيقى لهرموناتها

الداخلية ، ولذا فقد تطورت الوسائل والطرق التى تعمل على تجنب الخلل فى نمو الحشرة بواسطة الهرمونات الخارجية ومشابهاتها .

منظمات النمو فى الحشرات Insect growth Regulators

من المهم معرفة بعض المصطلحات قبل الدخول في مناقشة مقاومة منظمات النمو فى الحشرات ، فقد بدأت مرحلة أو عمر الجيل الثالث للمبيدات منذ التوصل إلى مشابهات هرمونات الشباب (JHA ، JHM) . ويطلق على مشابهات المنتجات الطبيعية للبيرثرم والروتينون اسم البيرثرويدات Pyrethroids ، والروتينويدز Rotenoids . وقد أطلق العالم Hideo اصطلاح Juvenoids لمشابهات هرمونات الشباب (JHMs) . ونظرًا لأن المعاملة بهرمونات الغدد الصماء تؤدى إلى مشاكل فى التنظيم داخل الحشرة ، فقد أطلق عليها منظم النمو الحشرى Insect Growth Regulator . وتقع قوة أو ضعف اصطلاح (IGR) فى تشابهه مع بعض منظمات النمو النباتى الناجحة (PGR) . وتشمل المركبات التى تقع تحت مظلة IGR مشابهات هرمونات (JHMs) ، ومثبطات تخليق الكيتين Chitin synthesis inhibitors ، ولو أننا نفضل أن يشار إليها مثبطات التطور الحشرية Insect Development inhibitors .

التطورات المحتملة للجيل الثالث من المبيدات

امتدادًا لتعريف Williams عن الجيل الثالث للمبيدات يمكن الإشارة إلى أن الجيل الأول للمبيدات يتميز بأنه عبارة عن الوسائل الكيميائية التى ظهرت منذ عشرات السنين بطريقة المحاولة والخطأ . ويشمل المبيدات الكلورينية ، والكاربامات ، والفوسفورية العضوية الناتجة من خلال برامج التخليق المعقدة ، والتى بدأت بظهور الـ د.د.ت ، ويشمل الجيل الثالث هرمونات الحشرات . وإذا امتدت هذه المراحل باكتشاف مركبات ذات طرق فعل جديدة يمكن أن نتوقع ظهور الجيل الرابع والخامس والسادس ... الخ ، ولذا يمكن القول إن الجيل الثالث ليس نهاية ظهور مركبات جديدة، ولذا يستخدم تعريف الجيل الثالث للتعبير عن العملية التى تقود إلى مركبات ذات نشاط بيولوجى ، وعلى ذلك فإن وسيلة الجيل الثانى لتطور وظهور المبيدات تتضمن عمليات التقييم ، وعمليات تخليق مركبات تميز بالنشاط البيولوجى المباشر . أما وَسيلة الجيل الثالث .. فهى تشمل استخدام الدراسات الفسيولوجية والبيئية على الأنواع المستهدفة وغير المستهدفة من خلال برامج تخليق مباشر لإنتاج مركبات يمكن قبولها بيئيًا Environmenay acceptable chemicals .

معظم المبيدات الحالية هى هجن ناتجة من وسائل الجيل الثانى والثالث معًا ، أما مشابهات هرمون الشباب ، فهى أكثر قربًا والتصاقًا بالجيل الثالث ، مع الأخذ فى الاعتبار أن أساسيات تخليقها ناشئة من الجيل الثانى . أما منظمات نمو الحشرات الأخرى ، مثل مضادات هرمونات الشباب Anti-Juvenile hormones (Anti-JHs) ، وكذا مركبات Benzoyl-phenyl- ureas ، فقد اكتشف معظمها

بواسطة وسائل الجيل الثانى . ولعل أبرز مثال ناتج من وسائل الجيل الثالث هو مشابهات الـ د.د.ت القابلة للتحلل البيولوجى Biodegradable DDT mimics ، وكذا مشتقات الكاربامات والمبيدات الفوسفورية العضوية التى تتميز بزيادة أمانها وتخصصها ، رغم أن مركباتها الأصلية ظهرت فى الجيل الثانى ، إلا أن تطورها المتتابع يقع فى الجيل الثالث .

ثانيًا : المقاومة لمنظمات النمو فى الحشرات

١ – المقاومة المشتركة

(أ) المقاومة المشتركة لمشابهات هرمون الشباب

عرفت المقاومة المشتركة لمنظمات النمو فى الحشرات لحوالى ١٣ نوعًا من الحشرات تقع فى أربع رتب ، ولذا فإن المقاومة المشتركة لمنظمات النمو فى الحشرات ليست ظاهرة فريدة أو منعزلة . وقد عرفت أول حالة للمقاومة المشتركة عام ١٩٧٢ بواسطة العالم Dyte الذى أشار إلى أن السلالة المقاومة للمبيد الحشرى فى حشرة خنفساء الدقيق الصدئية تظهر مستوى من المقاومة لهرمون JHI يصل إلى (٣ مرات) ، كما أوضحت الدراسات التى تلت ذلك أن السلالات المقاومة للملاثيون فى حشرتى خنفساء الدقيق الصدئية ، وخنفساء الدقيق المتشابهة قد فشلت فى إظهار مقاومة مشتركة لكثير من مشابهات هرمون الشباب ، مثل : Methoprene ، و Hydroprene ، و Epofenonane ، بينما كان هناك تحمل ضعيف لحشرة خنفساء الدقيق الصدئية تجاه Ro-20-3600 ، كما لوحظ أن السلالات المقاومة للمبيد الفوسفورى العضوى فى بعوض الأيدس ذات تحمل فائق تجاه الميثوبرين ، بينما أظهرت السلالات المقاومة للديلدرين أو لمخلوط الديلدرين والـ د.د.ت مقاومة مشتركة تجاه الميثوبرين ، كما ظهر مستوى من المقاومة المشتركة المنخفضة (١,٤ مرة) تجاه الهيدروبرين ، بينما لايحدث أى فعل تجاه الكينوبرين ، وذلك فى سلالات Therioaphis maculata المقاومة للملاثيون .

(ب) المقاومة المشتركة للبنزويل فينيل يوريا

تختلف المركبات المثبطة لتخليق الكيتين فى تركيبها تمامًا ، إلا أن مجموعة البنزويل فينيل يوريا نالت حظًا أوفر من الدراسة . وقد ظهرت المقاومة المشتركة لمركب الداى فلوبنزيرون فى سلالات الذباب المقاوم لكثير من المركبات الكلورينية ، والكاربامات ، والفوسفورية العضوية ، ومنظمات النمو فى الحشرات . وقد تراوحت شدة هذه المقاومة المشتركة مابين المتوسطة والشديدة . وعلى العكس من ذلك .. لم يلاحظ وجود مقاومة مشتركة لمركب الداى فلوبنزيرون فى سلالات بعوض الأنوفليس والأيدس المقاومة للـ د.د.ت أو الملاثيون ، كما أن سلالات خنفساء الدقيق الصدئية ، سوسة الأرز المقاومة للمبيد الفوسفورى العضوى لاتظهر أى مقاومة مشتركة للـ داى فلوبنزيرون ، بل قد تظهر حساسية بمعدل يصل إلى ضعفين بالمقارنة بالسلالة غير المقاومة .

٢ – إظهار أو حفز المقاومة

(أ) حفز المقاومة لمشابهات هرمون الشباب

فشلت المحاولات الأولى فى المعمل فى حفز مقاومة يرقات الكيولكس **Culex quinquefasciatus** باستخدام مركب الميثوبرين لمدة ٢٠ جيلًا ، بينما بلغ مستوى المقاومة تجاه الميثوبرين حوالى (١٣ مرة) مع بعوض **Culex pipiens** بعد انتخابه لمدة ثمانية أجيال فقط ، كما أظهرت السلالة المنتخبة مقاومة مشتركة لمركب الهيدروبرين (١٥ مرة) وللملاثيون (١,٧ مرة) ، بينما لم تظهر أى مقاومة مشتركة تجاه الكاربريل ، أو **R-20458** .

تظهر السلالة الحقلية المقاومة للذباب المنزلى مستوى من المقاومة يبلغ ١٥١٥ مرة ، وذلك بعد الانتخاب بالميثوبرين لمدة ٧٥ جيلًا ، بينما تظهر السلالة المقاومة للدايمثويت ٦٣٠٠ مرة بعد ٦٢ جيلًا كما تظهر السلالة المقاومة المنتخبة بالميثوبرين مقاومة لكثير من مشابهات هرمون الشباب ، مثل : **Ro-7-9767** ، **R-20458** ، **NIA 23509** ، بينما يظهر الانتخاب بالميثوبرين لسلالة مقاومة للدايمثويت نقصًا فى المقاومة المشتركة لكثير من الكاربامات والمبيدات الفوسفورية العضوية ، ولكنه يزيد التحمل تجاه البيرمثرين .

(ب) حفز المقاومة للبنزويل فينيل يوريا

فشل طول فترة انتخاب بعوض **Culex tarasalis** بمركب الداى فلوبنزيرون فى حفز المقاومة ، إلا أنها بلغت ٧ مرات لهذا المركب على حشرة **Culex pipiens** بعد ٥ أجيال . وقد ظهرت مستويات عالية من المقاومة تجاه الداى فلوبنزيرون فى الذباب المنزلى ، كما بلغت مستوى المقاومة حوالى مرتين على حشرة خنفساء الدقيق المتشابه بعد الانتخاب لمدة ثمانية أجيال .

٣ – تمثيل هرمون الشباب ومنظمات النمو الحشرى

(أ) هرمون الشباب ومشابهاته

تجب معرفة تمثيل الحشرة لهرمون الشباب ومشابهاته ، حتى يمكن تحسين تخليق هذه المركبات .

١ – تمثيل هرمون الشباب

أظهرت الدراسات أن أهم طرق تمثيل هرمونات الشباب هى فقد الماء فى الأيبوكسيد **Epoxide hydration** وانشقاق الإستر **Ester cleavage** (شكل ١٢–١) . وتختلف الأهمية النسبية لهذه الطرق فى الحشرات ، حيث إن انشقاق الإستر هو الأكثر أهمية فى رتبة حرشفية الأجنحة ، بينما يبدو فقد الماء فى الأيبوكسيد هو الطريقة الأكثر أهمية فى كثير من ذات الجناحين ، كما يعتبر الارتباط **Conjugation** من أهم وسائل تمثيل JH ، ولكنه لم يدرس بالقدر الكافى فى الحشرات . وقد لاتكون له أهمية فى تنظيم مستوى هرمون الشباب داخل جسم الحشرة . ويحدث الارتباط مع الكبريت والجلوكوز فى

بعض الحشرات ، وكذا فى خلايا الكبد بالفأر . وقد أظهرت الدراسات أنه لاتوجد حساسية مرتفعة لارتباط JH مع إنزيم Glutathione-s- transferase . وعمومًا .. فإن وسائل التمثيل بالأكسدة قليلة الأهمية ، بالمقارنة بواسائل التحلل المائى .

JH I

Methoprene

R — 20458

شكل (١٢-١) : تركيب JHI ، الميثوبرين وR-20458 موضحة أماكن التمثيل فى الحشرات .

٢ – تمثيل مشابهات هرمون الشباب

تم دراسة طرق تمثيل مجموعتين من مشابهات الهرمون الأولى ، وهى Dienoate juvenoids ، مثل : الميثوبرين، والهيدروبرين ، والثانية هى مشتقات Geranyl phenyl ether ، مثل : R-20458 ، والديبوفينونانى . وتتميز المجموعة الأولى بحساسيتها لانشقاق الإستر ، حيث ظهرت أهميته التمثيلية فى كثير من ذات الجناحين ، كما أن عملية التمثيل بالتأكسد ذات أهمية كبيرة لهذه المجموعة ، حيث يتم التأكسد بانشقاق سلسلة التربين . ومن أهم إنزيمات التأكسد إنزيم البيروكسيديز . ويعتبر تمثيل الميثوبرين عن طريق الأكسدة بفقد مجموعة الميثيل المتصلة بذرة الأكسجين من أهم وسائل التمثيل ، بالإضافة إلى نظام تأكسد آخر ، مثل تكوين الأيبوكسيدات فى الهيدروبرين ، والميثوبرين فى بعض أنواع ذات الجناحين . أما فقد الماء فى مجموعة الأيبوكسيد ، فهى من أهم وسائل تمثيل المجموعة الثانية ، مثل المشابهة R-20458 ، وهى نفس النظام التمثيلى فى الهرمونات الطبيعية .

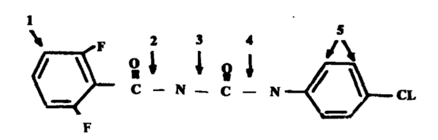
(ب) تمثيل البنزويل فينيل يوريا

من المتوقع أن يتميز كثير من المبيدات الحشرية التى تقع تحت البنزويل فينيل يوريا بالأهمية التجارية فى السنوات القادمة ، ومن أهمها الداى فلوبنزيرون . وأشار Metcalf وآخرون عام ١٩٧٥ إلى أنه على الرغم من ثبات هذا المركب فى النظام البيئى النموذجى ، إلا أنه لايتراكم بمعدلات عاليه فى السلسلة الغذائية .

وقد أجريت ثلاث دراسات عن مصير الداى فلوبنزيرون على الذباب . وأوضح Ivie & Wright عام (١٩٨٧) انخفاض نسبة فقس البيض بعد معاملة الحشرة الكاملة (ذكور وإناث) قميًّا بحوالى ٢ ميكروجرام من المبيد فى الذباب المنزلى ، وذبابة الاسطبلات . وقد لاحظ أن المبيد الموجود فى بيض الحشرات فى صورة غير ممثلة ، ويدعم ذلك كفاءة المركب كمبيد للبيض أكثر منه كمعقم كيميائى . وقد كان المبيد أكثر ثباتًا فى الحشرة الثانية ، بالمقارنة بالحشرة الأولى . ومن أهم طرق تمثيل المركبات غير القطبية هى الانقسام بين روابط الكاربونيل ، والأميد .

ولقد اختبر Pimprikar & Georghiou عام (١٩٧٩) مصير الجرعات المنخفضة من الداى فلوبنزيرون (١٠ – ٥٠ نانوجرام) ، وذلك عند معاملة اليرقات الناضجة قميًّا فى ثلاث سلالات للذباب المنزلى . وعلى العكس من نتائج Ivie & Wright عام (١٩٧٨) ، والتى لم يحدث فيها التمثيل بعملية الهيدروكسلة بعد معاملة الحشرات الكاملة للذباب بجرعات عالية من المركب قميًّا ، فقد أظهرت نتائج اليرقات القدرة على تمثيل المركب بعملية الهيدروكسلة ، حيث إن المركب يحتوى على فينولات موجودة على الداى فلوروبنزاميد وحلقات الكلوروانيل . ويبدو أن لليرقات القدرة على إخراج مكونات قطبية مرتبطة بمستوى أقل من الحشرات الكاملة . ويعطى هذا الانقسام الإنزيمى لتلك المكونات المرتبطة 2,6-difluoro benzoic acid ، و 2,6- difluorobenzamide . وتحتوى اليرقات على كميات أقل من المركب الأصلى ، بالمقارنة بالحشرات الكاملة . وقد يرجع ذلك إلى سرعة احتكاك اليرقات مع الوسط الغذائى . وتوضح هذه الدراسات أن الداى فلوروبنزيرون يمثل ببطء فقط فى اليرقات والحشرات الكاملة للذباب المنزلى . وهناك كثير من نظم التمثيل المسئولة عن ذلك . وتوضح دراسات تمثيل Penfluron فى إناث الحشرات الكاملة للذباب المنزلى ثباته بمعدل ٨ أضعاف بالمقارنة بالداى فلوروبنزيرون .

مما .. سبق يتضح أن هناك حاجة ماسة لمزيد من التفاصيل عن تمثيل مبيدات البنزويل فينيل يوريا فى الحشرات . ومازال المعروف قليلًا عن الإنزيمات المسئولة عن تحلل هذه المركبات . والأمل كبير فى أن يكون هناك جهد أكبر فى المستقبل عن دور التمثيل فى العلاقة بين التركيب الكيميائى ومعدل النشاط البيولوجى ، وعلاقة ذلك بتخصص الأنواع لهذه المركبات .



شكل (١٢-٢) : تركيب الداى فلوروبنزيرون وأماكن التمثيل فى الحشرات

٤ - ميكانيكية المقاومة لمنظمات النمو فى الحشرات :

تظهر المقاومة المشتركة لمنظمات النمو فى الحشرات تجاه السلالات المقاومة للمبيد الحشرى بشكل عال . وهذه السلالات تحتوى على مستوى مرتفع من النشاط الإنزيمى للأوكسيديز ، ويظهر هذا الاتجاه بشكل خاص فى الذباب المنزلى . وغالبًا ماترتبط المقاومة لمنظمات النمو الحشرى بوجود الجينات على الكروموسوم II ، والذى يتميز بنشاط إنزيم الأوكسيديز بشكل عال ، ولاترتبط بنشاط إنزيمات ديهيدروكلورينيز ، والجينات المقاومة للسيكلودايين ، أو Kdr .

(أ) نظم المقاومة لمشابهات هرمون الشباب

هناك بعض الإيضاحات الممكنة للمقاومة عن الأنسجة المستهدفة لهرمون الشباب ، مثل أقراص البلوغ Imaginal disks التى تحتوى على مستويات عالية من إستريزات JH ، وإنزيمات إيبوكسيد هيدروليز . وربما تكون للسلالة المنتخبة القدرة السريعة على هدم الميثوبرين فى الأنسجة الحرجة ، كما قد يكون لانخفاض مستوى نفاذية الهرمون دورًا فى إظهار المقاومة ، ولكن تعرف الحشرات بأن لها فترات حساسة فى نموها ، وخلالها تكون حساسة جدًّا للمعاملة بمشابهات الهرمون . وعلى سبيل المثال .. عند معاملة عذارى دودة الجريش الصفراء (عمر صفر - ٦ ساعات) . بمشابه هرمون الشباب ، فإن خطوط الاستجابة الناتجة تكون شديدة الانحدار ، كما تلعب إنزيمات الأكسدة دورًا هامًّا فى قدرة بعوض الكيولكس على مقاومة الميثوبرين .

(ب) نظم المقاومة للداى فلوبنزيرون

يرجع اختلاف حساسية بعض يرقات حرشفية الأجنحة تجاه الداى فلوبنزيرون ، بالإضافة إلى اختلاف حساسية الأعمار اليرقية إلى أسباب كيميائية . ومن الجدير بالذكر أن مستوى نفاذية مثبط تخليق الكيتين ينخفض فى الأفراد المقاومة ، بالمقارنة بالأفراد الحساسة ، أيضًا فإن معظم هذه المركبات قليل الذوبان فى معظم المذيبات العضوية ، مما يعوق المعاملة بكميات كبيرة من هذه المواد فى المعمل ، كما أظهرت الدراسات أن هذه المركبات تميل للتبلور على سطح الحشرة . وهذه المواد

المتبلورة ينخفض فعلها السمى ، ولذا فإن المقاومة قد ترجع إلى تكوين بلّورات صغيرة على سطح الحشرة ، ويؤكد ذلك ارتفاع المستوى السمى عند معاملة مركب الداى فلوبنزيرون مع الغذاء .

ويضيف استخدام المنشطات كثيرًا من المعلومات فى هذا الاتجاه ، فمن المعروف أن (DEM) Diethyl maleate يؤثر على GSH ، كما أن DEF يثبط العديد من الإستريزات ، وليس لأى من المركبين قدرة تنشيطية لمركب الداى فلوبنزيرون ، مما يوضح أن إنزيمات GSH ، و DEF- Sensitive esterases لاتمثل أى أهمية فى تمثيل مركب الداى فلوبنزيرون ، بينما للتمثيل بالأكسدة أهمية بالغة فى ميكانيكية المقاومة لهذا المركب .

ثالثًا : التغلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى

تشمل وسائل التغلب على المقاومة عديدًا من الطرق . ومايهمنا فى هذه الدراسة هى النظم الفسيولوجية والبيوكيميائية . وهناك كثير من العوامل التى تلعب دورًا هامًّا فى مقاومة منظمات النمو الحشرى ، وتشمل فقد النشاط Inactivation – النفاذية Penetration – النقل Transport – التخزين Storage – طول الفترة الحرجة (النافذة Window) وفيما يلى أهم وسائل التغلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى :

١ – المنشطات

تقع أهمية هذه الوسيلة فى إبطال مفعول نشاط الإنزيمات الهامة ، ولو أن استخدامها يسبب بعض المشاكل ، مثل : التكلفة الاقتصادية ، ودرجة الثبات ، ومستوى التجانس الكيميائى ، ومشاكل تسجيل المركب ... إلخ .

(أ) مثبطات الإستريزات

يتم تمثيل هرمون الشباب ومشابهاته عن طريق التحلل المائى للإستر . وخلال العمر اليرقى الأخير لكثير من الحشرات تظهر الإستريزات المتخصصة لجزيئات JH فى الدم ، ويرتبط ذلك بانخفاض تركيز JH فى هذه الفترة . وعليه .. فإن المنشطات التى تثبط هذه الإنزيمات قد تساعد فى ثبات JH وغيره من منظمات النمو التى تحتوى على الإستر . ويعتبر منشط DEF مثبطاً للإستريزات ، رغم أن الإستريزات لها دور هام فى تنظيم مستوى الهرمون الطبيعى ، إلا أن هناك كثيرًا من المشابهات لاتحتوى على الإستر ، ولذا فإن أهمية مثبطات الإستريزات محدودة . وتعمل مثبطات JHE على ثبات الهرمون الطبيعى ، أو تعمل كمثبط مباشر لنمو الحشرة .

(ب) مثبطات التحلل المائى للأيبوكسيد

التحلل المائى للأيبوكسيد هو طريق آخر لتمثيل هرمون الشباب أو مشابهاته . وتعمل إنزيمات Epoxide hydrolases (EH) على تثبيط فعل هرمون الشباب الطبيعى ومشابهاته . وقد تفيد مثبطات هذه

الإنزيمات كمنشطات فى رتبة ذات الجناحين ، ولسوء الحظ نجد أن معظم مثبطات هذه الإنزيمات ذات تفاعل عكسى ، كما أن تأثيرها محدود .

(جـ) مثبطات الأكسدة .

مثبطات إنزيمات التأكسد هى منشطات ناجحة لمنظمات النمو فى الحشرات ، ويستخدم البيرونيل بيوتكسيد (PB) كمثبط عام لإنزيمات (MFO) ، حيث زاد مستوى سمية الميثوبرين عند خلطه مع البيرونيل بيوتكسيد . وقد وجد أن (PB) أو السياسامكس يزيدان من سمية الداى فلوبنزيرون فى الذباب المنزلى المقاوم لفعل هذا المركب ، كما أن الكلورودايميفورم يعتبر منشطًا جيدا لمركب الداى فلوبنزيرون ضد يرقات الدخان .

٢ – تخليق منظمات النمو القادرة على التغلب على المقاومة

قد ترجع المقاومة إلى تمثيل المركب بالأكسدة أو انخفاض مستوى نفاذيته فى بعض أنواع الحشرات . ويجب أن يؤخذ عنصر المقاومة فى الاعتبار عند تسويق أى مركب كيميائى جديد .

(أ) مشابهات هرمون الشباب المقاومة للتمثيل

ترجع مشكلة المقاومة تجاه منظمات النمو الحشرى أولًا إلى الانتخاب السابق بالمبيدات ، وثانيًا إلى تمثيل منظمات النمو داخل الحشرة ، ولذا فإن استخدام السلالة الحقلية أو السلالات ذات المقاومة المشتركة العالية له أهمية عند إجراء التقييم الأولى للمركب الجديد . وقد تكون منظمات النمو التى يتم تنشيطها بفعل إنزيمات التمثيل وسيلة أخرى للتغلب على المقاومة ، مثل Juvenogens (مشابهات هرمون الشباب التى يتم تنشيطها بيوكيميائيا) . وهذه المركبات عبارة عن كحول هرمون الشباب النشط مع سلسلة طويلة من حمض الألكيل مكونًا إستر . ويتم تمثيله داخل جسم الحشرة عن طريق انشقاق الإستر ، وانطلاق كحول هرمون الشباب النشط . ولم يختبر الفعل الفسيولوجى لهذه المركبات على السلالات المقاومة حتى الآن . ويمكن تطبيق هذه الاستراتيجية على الممثلات البيولوجية النشطة ، أو على مشابهات هرمون الشباب التى تحتوى على مجموعة وظيفية مناسبة .

(ب) الاتجاهات الحديثة للبنزويل فينيل يوريا

لم تظهر المقاومة أو المقاومة المشتركة كمشكلة حادة تحول دون استخدام مركبات البنزويل فينيل يوريا حتى الآن . ومن المتوقع ظهور نظم ميكانيكية خاصة بمقاومة فعلها ، ولذا يجب أن تستمر الدراسات المكثفة وصولًا لمركبات جديدة . وبصرف النظر عن أن المقاومة ترجع إلى انخفاض مستوى النفاذية ، أو تحور السلوك ، أو الإسراع فى التمثيل ، أو نقص حساسية الجهاز المستهدف ، فإن الحل على المدى القصير يكمن فى وصول أكبر كمية من المادة الفعالة على الحشرة المستهدفة . ومن المعروف أن مركبات البنزويل فينيل يوريا ضعيفة الذوبان جدًا ، وبالتالى من الصعب تجهيز

مستحضراتها ، بالإضافة إلى قدرتها على تكوين بلورات تتميز بالثبات على سطح الحشرة ، مما يقلل من مستوى نفاذيتها . ولعل الحل المنتظر هو إنتاج مركبات شكل (١٢-٣) تخلق من البنزويل فينيل يوريا ، ولها القدرة على الذوبان فى الهكسان وثلاثى كلوريد الكربون ، بينما يذوب المركب الأصلى فقط فى Tetrahydrofuran . وتتميز بعض مشتقات هذا المركب الجديد بثبات كاف ، وبقدرة على النفاذ ، وزيادة فى مستوى سميتها على الحشرات ، بالإضافة إلى انخفاض سميتها على الثدييات . ويبدو أن لهذه المشتقات أهمية كبيرة ، حيث تساعد فى تجهيز المستحضر ، ومنع تكوين البلورات التى تضعف من النشاط البيولوجى للمركب .

شكل (١٢-٣) : التركيب العام لأحد مشتقات البنزويل فينيل اليوريا (قابل للذوبان فى الليبيدات) .

٣ - ظهور منظمات نمو حشرية ذات مناطق تأثير جديدة

من أهم مميزات منظمات النمو الحشرية قدرتها على إحداث الفعل فى مناطق تأثير جديدة . وتمثل الغدد الصماء فى الحشرات مناطق جديدة للتأثير . وحيث إن عمل جهاز الغدد الصماء تنظيمى بالدرجة الأولى ، فإن تغييرات طفيفة فى أدائه بفعل مركبات غريبة قد تؤدى إلى حدوث تغيرات جوهرية فى قدرة الحشرة البقائية .

ومن المعروف أن هناك اختلافات جوهرية بين جهاز الغدد الصماء فى الحشرات وغيرها من الكائنات الحية الأخرى ، وعلى سبيل المثال .. فإن التربينات ليس لها أى وظيفة تنظيمية فى أى كائن حى خلاف الحشرات ، كما أن التربينات من نوع Homoterpenes ، مثل (JHI ، JHII) لاتوجد فى أى حيوان آخر أو نبات ، كما أن أى تغير فى عمل الغدد الصماء يلعب دورًا هامًّا فى نمو وتكاثر الحشرة ، مما يتيح إمكانيات كبيرة للاستخدام المتخصص لمشابهات هرمون الشباب .

(أ) الخلايا الطلائية لجهاز الغدد الصماء

رغم أن هرمون الانسلاخ Ecdysone لا يعتبر مركبًا فعالاً فى مكافحة الحشرات ، إلا أن طرق التخليق الحيوى تؤدى إلى إنتاج هرمونات ذات تأثير حرج على الانسلاخ ، أو غيرها من استيرويدات الحشرات ، هذا .. بجانب قدرتها على إحداث خلل فى وظيفة هرمون الشباب . وتتمتع هذه المركبات القادرة على إحداث هذا التأثير بميزة هامة فى التأثير على الأعمار اليرقية الأولى لنمو الحشرة ، وبالتالى يمكن أن تحتل موقعًا ممتازًا يفوق مشابهات هرمون الشباب . وذلك فى مكافحة الحشرات الزراعية . وهناك محاولات عديدة لتثبيط تخليق JH . وقد حققت بعض النجاح ، إلا أنها تتمتع بمستوى عال من التخصص . وإلى الآن لم يعرف سوى ثلاثة من مثبطات هرمون الشباب هما Precocene II ، A_{II} ، ETB شكل (١٢-٤) ، حيث تستطيع هذه المركبات تحطيم الغدة المفرزة لهرمون الشباب ، وهى غدة الكوربورا أللاتا . وهناك بعض مشابهات هرمون الشباب تستطيع تثبيط إنتاج JH خارج جسم الحشرة ، كما تخفض معدل إفرازه داخل جسم الحشرة . وتؤكد هذه المعلومات صدق النظرية التى تشير إلى أن مشابهات هرمون الشباب تملك أماكن متعددة للتأثير .

ولتفسير فعل مثبطات هرمون الشباب (ETP) يمكن الإشارة إلى أن مركب ETP قد يرتبط بالمستقبل المنبه لإنتاج JH ، وبالتالى يعوق تثبيط تخليقه ، أو قد ينبه تمثيل JH ، وبالتالى يخفض من مستوى إفرازه ، أى أن هذه المركبات تؤثر على نظام الغدد الصماء بالتداخل مع تخليق ، أو تحلل ، أو فعل الهرمونات الداخلية .

شكل (١٢-٤) : تركيب بعض مضادات هرمون الشباب .

(ب) جهاز الغدد الصماء العصبى

قد يعطى جهاز الغدد الصماء العصبى هدفًا للتأثير أفضل من الخلايا الطلائية لجهاز الغدد الصماء . ومعظم الهرمونات العصبية فى الحشرات عبارة عن ببتيدات صغيرة يمكن أن نتوقع قدرتها الضعيفة على النفاذ ، بالإضافة إلى سرعة تحللها ، ولو أن الدراسات على الفقاريات قد أوضحت أن الببتيدات الصغيرة يمكن محاكاتها بواسطة المركبات العضوية ، والتى تعتبر المفتاح الذى يضعها على الطريق السليم . ومن خلال أبحاث التخليق والتحليل يمكن التوصل إلى مركبات جديدة تعمل على زيادة سرعة نفاذية وثبات الهرمونات العصبية ومشابهاتها المخلقة . وقد أوضحت الدراسات أن بعض المبيدات الحشرية قد تؤثر على الإفراز الهرمونى . ويمكن استخدام مثل هذه المركبات فى هذا المجال . ومن المتوقع ظهور مركبات جديدة فى مجال مكافحة الآفات تعمل على جهاز الغدد الصماء العصبى فى السنوات القادمة .

مميزات وحدود منظمات النمو الحشرية فى التغلب على المقاومة

تتفاقم مشكلة المقاومة والمقاومة المشتركة للمبيدات التقليدية بشكل حاد الآن . وقد يكون لحداثة استخدام منظمات النمو الحشرية وقلة ظهور المقاومة لفعلها دور هام فى ترجيح استخدامها كأحد عناصر IPM الموجهة لتأخير وتجنب المقاومة .

وتكمن المشكلة الرئيسة المرتبطة باستخدام مبيدات الجيل الثانى فى ظهور الآفات بشكل وبائى ، أو ظهور موجات وبائية من الآفة الثانوية عقب استخدام المبيد . وترجع هذه الموجات الوبائية إلى استخدام المبيدات التى لاتقتل الآفة المستهدفة فقط ، إنما تتجاوزها فى القضاء على أعدائها الحيوية . وحتى يمكن التقدم خطوة للأمام نحو المحافظة على الأعداء الحيوية ، وأيضًا للحد من تطور مقاومة الآفة لفعل المبيد يجب أن تتمتع المركبات المستخدمة بصفة التخصص . ومن النادر وجود مبيدات تتبع الجيل الثانى وتتمتع بهذه الخاصية (التخصص) . ومن ضمن أسباب ذلك أن معظم السموم المكتشفة فى مرحلة الجيل الثانى تعمل على وقف النظم البيوكيميائية والفسيولوجية التى تتشابه مع غيرها فى المملكة الحيوانية ، ومثال ذلك نلاحظ أن بعض السموم العصبية ذات درجة التخصص الواضحة على الجهاز العصبى للحشرات تؤثر بنفس الكيفية على الثدييات .

وعلى العكس من ذلك .. فإن منظمات النمو الحشرى ، وبشكل خاص مشابهات هرمون الشباب ، تتمتع بدرجة عالية من التخصص ، وتتفاوت نسبة سميتها بين أنواع الحشرات بشكل واضح ، حيث تبلغ سميتها على حرشفية الأجنحة ثلاثة أضعاف سميتها علىٰ نصفية الأجنحة ، وشبكية الأجنحة ، وذات الجناحين ، وغشائية الأجنحة . ومن المعلوم أن حشرات حرشفية الأجنحة لها أهمية زراعية فائقة ، بينما تحتوى حشرات نصفية وشبكية وغشائية الأجنحة ، وذات الجناحين على كثير من الأعداء الحيوية لحرشفية الأجنحة ، ولذا فإن تخصص منظمات النمو فى الحشرات تجاه

الآفات الزراعية وقلة تأثيرها على أعدائها الحيوية يعطيها إمكانية كبيرة فى التطبيق ، حيث إن حفظ الأعداء الحيوية يعمل على خفض الموجات الوبائية للآفة ، كما أن تقليل كمية المبيدات المستخدمة يقلل من مستوى الضغط الانتخابى ، ويؤخر من ظهور المقاومة .

وقد يؤدى استخدام المبيدات غير الثابتة فى البيئة أو المعاملة بالمبيدات ، بحيث تترك بعض الأفراد لاتعامل بالمبيد إلى تقليل عملية الضغط الانتخابى ، كما يؤدى السماح للأفراد غير المنتخبة بحيث تبقى فى المجموع الآفى إلى تأخير المقاومة . وكثير من منظمات النمو الحشرية تتميز بالتحلل البيولوجى ، وقدرتها على التأثير فى فترات معينة من نمو الحشرة . ونظرًا لانخفاض ثباتها فى البيئة ، ولأن جميع أفراد العشيرة لاتتأثر فى وقت واحد ، فإن منظمات النمو الحشرية تعتبر وسيلة هامة لترك بعض الأفراد ، دون أن تتعرض للانتخاب ، وبالتالى تبقى حساسة ، وذلك بالمقارنة بالمبيدات التقليدية .

ولسوء الحظ نجد أن هناك بعض العناصر التى تمنع استخدام منظمات النمو فى مجال مكافحة الآفات الزراعية ، مثل انخفاض مستوى ثبات معظمها فى البيئة ، ولو أن التجهيز الجيد للمستحضرات قد أحرز تقدمًا مع مركبات البنزويل فينيل يوريا ومشابهات هرمون الشباب ، بحيث ظهرت مركبات تتمتع بثبات بيئى عال . وقد يساعد ذلك فى انتشار استخدام هذه المركبات ضد الآفات الزراعية . وهناك بعض منظمات النمو الحشرية ، مثل البنزويل فينيل يوريا لها تأثير عام غير متخصص ، بينما تعمل مشابهات هرمون الشباب ببطء وخلال فترات معينة حساسة (النافذة) فى تاريخ حياة الحشرة . وقد يعوق التخصص الشديد لمشابهات هرمون الشباب مجال تسويقها ، رغم بقائها فى السوق بشكل فعال لفترة طويلة ، حيث إنها لاتخلق مشاكل من ناحية المقاومة . والأمر الآن يتطلب فكرًا جريئًا حتى يصبح لهذه المركبات جانب تطبيقى هام فى ظل استراتيجية التحكم المتكامل للآفات .

القســـم الثالـث

التحكم المتكامل للآفات ــ « ضرورة وحتمية »

الفصل الأول : مشاكل التوسع فى استخدام المبيدات
الفصل الثانى : مقاومة الآفات للمبيدات
الفصل الثالث : أساسيات التحكم المتكامل فى مقاومة الآفات .
الفصل الرابع : نموذج للتحكم المتكامل للآفات التى تصيب القطن

الفصـــل الأول

مشاكل التوسع فى إستخدام المبيدات

أولاً : التكاليف الإقتصادية واستهلاك الطاقة .
ثانياً : الأضرار المتعلقة بصحة الإنسان .
ثالثاً : التلوث البيئى والتأثير على الحياة البرية
رابعاً : التأثير على الملقحات
خامساً : الأثر الضار على النبات
سادساً : أثر المبيدات على التربة
سابعاً : الخلل فى التوازن الطبيعى

الفصـــل الأول

مشاكل التوسع فى استخدام المبيدات

اكتسب مفهوم المكافحة المتكاملة تدريجيًّا ، خلال العقدين الماضيين أهمية بالغة باعتباره وسيلة عملية ومعقولة لمعالجة مشاكل الآفات . وهناك برامج عديدة ناجحة تم وضعها ، أو هى فى سبيل التطوير لوقاية الفواكه ، والخضر ، والمحاصيل الحقلية التى تزرع فى البيوت الزجاجية ، وأشجار الغابات ، ونباتات الظل ، والزينة بالإضافة إلى مكافحة الحشرات ذات الأهمية الطبية . وقد نشأ الاهتمام بأسلوب المكافحة المتكاملة أساسًا نتيجة للمشاكل التى نجمت عن الاعتماد الكلى على المبيدات الكيمائية العضوية المخلقة فى مواجهة الآفات . وقد يرجع الخطأ الأساسى فى هذا الصدد إلى التوسع فى استخدام هذه الكيميائيات دون مراعاة للعلاقات المتشابكة والمعقدة فى النظام البيئى ، ولاسيما بالنسبة للجوانب الأساسية لديناميكية أعداد أنواع الآفات . ويمكن سرد أهم المشاكل التى فرضت نفسها مع التطبيق المكثف ، وغير الرشيد للمبيدات الكيمائية فيما يلى :

أولاً : التكاليف الاقتصادية واستهلاك الطاقة Economic and Energy Costs

بلغت التكاليف الاقتصادية لاستخدام المبيدات الكيميائية فى الأغراض الزراعية بالولايات المتحدة الأمريكية وحدها حوالى بليون دولار عام ١٩٧١ م بمتوسط مقداره ٥,٣٩ دولار لكل فدان . وقد أظهرت الدراسات التى أجريت عام ١٩٧٧ م اختلاف تكلفة مكافحة آفات الفدان باختلاف المحصول ، حيث بلغت التكلفة على القمح حوالى ١,٣ دولار ، بينما زادت إلى ٥٥,٨ دولار على الفول السودانى . وقد زادت التكاليف الاقتصادية للمبيدات الزراعية عام ١٩٧٦ م بنسبة تصل إلى ٩٣٪ أعلى من تقديرات عام ١٩٧١ .

وقد قدرت تكاليف استهلاك الطاقة الخاصة بالاستثمار فى مجال صناعة المبيدات بأمريكا بحوالى بليون جالون وقود سنويًّا (يدخل فى حساب التكاليف الوقود اللازم للإنتاج ، والنقل ، والتطبيق) وذلك عام ١٩٧٦ م . وتمثل هذه الكمية من الوقود حوالى ٠,٢٪ من كمية الطاقة المستهلكة

بالولايات المتحدة الأمريكية فى جميع الأغراض ، بينما تبلغ حوالى ٥٪ من كمية الطاقة المستهلكة فى الزراعة . ولعل مشكلة ارتفاع أسعار البترول والنقص فى مصادر الطاقة تزيد من التكلفة الاقتصادية لهذه الكيمائيات ذات الخصائص المتميزة .

ثانياً : الأضرار المتعلقة بصحة الإنسان Human Health Hazards

نظرًا للطبيعة البيولوجية النشطة لمبيدات الآفات ، فإنها تسبب أضرارًا نسبية خطيرة على صحة الإنسان ، ويكون أكثرها وضوحًا على العمال المشتغلين بصناعة وتجهيز المبيدات ، وكذلك على القائمين بعملية التطبيق ، أو عمال الحقول بشكل عام ، والأطفال الذين يتعرضون لهذه السموم . ومن الأمثلة البارزة على ذلك ماحدث فى نيكاراجوا حيث وقعت أكثر من ٣٠٠٠ حالة تسمم ، ومايربو على ٤٠٠ حالة وفاة بين العمال الذين يعملون فى حقول القطن سنويًا على مدى عشر سنوات (١٩٦٢ - ١٩٧٢) . كما حدثت حالات مماثلة فى بعض دول أمريكا الوسطى حيث يزرع القطن على نطاق تجارى .

وتمثل مشكلة المخلفات تحديًا هائلًا لاستخدام المبيدات الكيميائية فى العالم ، محدثة أخطارًا عديدة تتعرض لها صحة الإنسان نتيجة وجود مخلفات المبيدات على المحاصيل الغذائية . وعلى سبيل المثال .. تمت مصادرة أكثر من ٣٠ ألف طن من دريس البرسيم الحجازى المخصصة لعلف أبقار الألبان واللحوم فى كاليفورنيا عام ١٩٧٢ ، وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من مخلفات المبيدات . وخلال عامى ١٩٦١ - ١٩٦٧ رفضت الولايات المتحدة أكثر من ٣٠٠ ألف رطل من لحوم الأبقار الواردة من نيكاراجوا ، وذلك لاحتوائها على مخلفات الـ د.د.ت بدرجة تفوق الحدود المسموح بها . وقد أظهرت الحسابات الإحصائية فى جواتيمالا أن الأطفال فى سن السابعة يتناولون خلال حياتهم كمية من الـ د.د.ت تتراوح بين سبعة أضعاف ، ومائتى ضعف الكمية التى تعتبر مقبولة حسب المقاييس المعمولة بها . وتتواجد هذه المخلفات عادة فى الغذاء ، أو الماء ولكن بكميات صغيرة جدًا ، قد لاتحدث أضرارًا مباشرة على صحة الإنسان ، إلا أن الخطورة تكمن فى الضرر على المدى الطويل .

وتسبب مبيدات الآفات العديد من الأمراض الخطيرة ، ومنها السرطان concer . وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن الأستخدام المكثف لهذه الكيمائيات فى حقول القطن جنوب شرق أمريكا أدى إلى حدوث الأورام السرطانية Carcinogenic فى حيوانات التجارب ، ولكن لاتوجد للآن دلالة قاطعة على حدوث ذلك فى الإنسان . وقد تم تناول هذا الموضوع فى الفصول السابقة بمزيد من التفصيل . ومن المؤسف أن المعلومات المتاحة مازالت غير كافية لإلقاء الضوء عن التأثيرات التى تحدثها المبيدات على المدى الطويل نتيجة لاستمرار التعرض لها بجرعات غير مميتة فى حدوث الأمان المتعارف عليها دوليًا بالنسبة للمخلفات فى الغذاء . وقد تم وضع بعض التشريعات التى تمنع ، أو تقلل تعرض الإنسان وحيواناته النافعة لخطر تناول تركيزات عالية من هذه السموم فى المواد الغذائية . وعلى

أساس درجة ، ومدى ثبات المبيدات على أو فى الأنسجة الحية ، ومدى خطورة الأثر السام . وتم كذلك تحديد التركيز المأمون والمسموح بوجوده Level of Tolerance من كل مبيد على الأجزاء النباتية الصالحة للاستهلاك الآدمى والحيوانى ، فإذا زادت المخلفات عن هذه النسبة ، لايصرح باستخدام النبات فى التغذية . ومن الجدير بالذكر أن أسعار الخضروات غير المعامله بالمبيدات تباع بأضعاف مثيلتها المعاملة فى الأسواق الأوروبية .

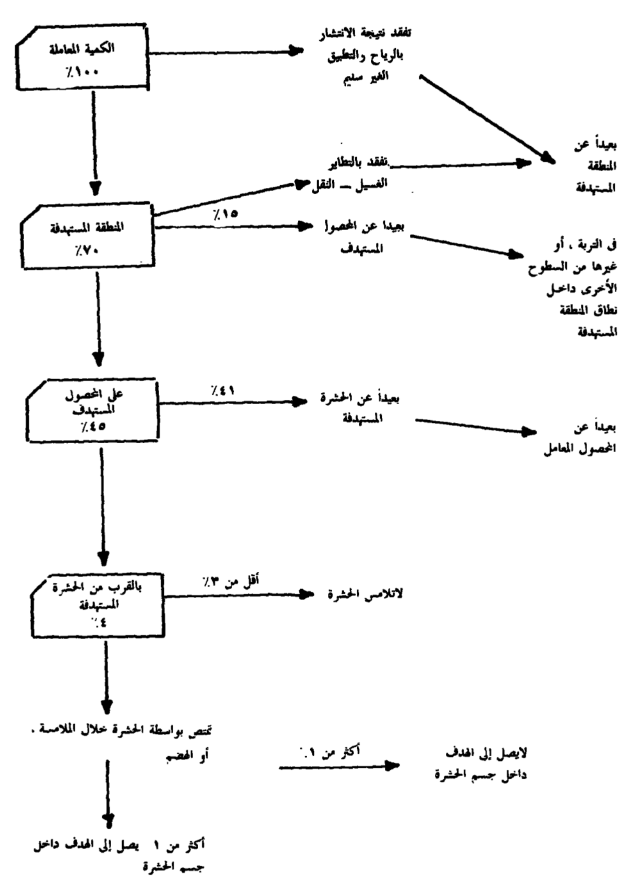
ثالثاً : التلوث البيئى والتأثير على الحياة البرية
Environmental Pollution and Effects on Wildlife

قد يرجع فشل الكثير من مبيدات الآفات فى إحداث الأثر المطلوب نتيجة لعوامل بيئية قد تؤدى إلى ارتفاع درجة تطاير المادة Volatility . وقد أظهرت الدراسات التطبيقية أن ١٪ ، أو أقل من محلول الرش المعامل بالطائرة يصل إلى مكان التأثير داخل الآفة المستهدفة ، بينما يصل حوالى ٤٥٪ من المحلول إلى المحصول المستهدف ، وتفقد الكمية الباقية التى تصل إلى البيئة المحيطة بفعل التطاير ، أو تساقط الرذاذ بعيدًا عن الهدف . انظر الشكل التخطيطى (١ — ١) . وتؤكد هذه النتائج مدى الحاجة إلى إيجاد طرق أفضل للمعاملة جنبًا إلى جنب مع صورة ومستحضرات محسنة من المبيد ضمانًا لوصول أكبر كمية من سائل الرش إلى الهدف (مجال المكافحة) .

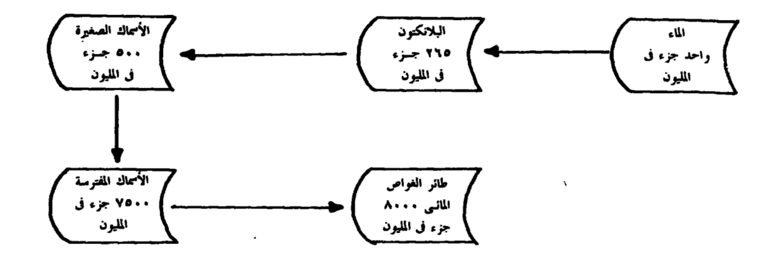
وهناك العديد من المركبات . مثل ، الد د.د.ت ، D.D.D ، والتى تتميز بصفة الثبات الكيميائى ، وبقدرتها على الانتقال والتراكم فى مكونات السلسلة الغذائية للإنسان والحيوانات البرية . ويزداد تركيز المبيد فى عمليات متتابعة ، كما تحدث ظاهرة معروفة باسم التضخم البيولوجى Biomagnification ويصل هذا التضخم فى الأسماك التى تعيش فى بحيرة ميتشجان من حوالى ٠,٠٠٠٠٠٢ جزىء فى المليون فى الماء ، إلى أكثر من ١٠ أجزاء فى المليون فى الأسماك التى تعيش فيها — انظر الشكل التخطيطى (١ — ٢) وقد أدى ذلك إلى منع عرض أسماك هذه المنطقة للاستهلاك الآدمى .

وتحدث المبيدات أضرارًا خطيرة على بعض الأسماك غير الاقتصادية ، والطيور ، وغيرها من الحيوانات البرية . وقد تؤدى التأثيرات الضارة إلى الموت المباشر للأنواع المرغوبة ، أو تتداخل فى عمليات التكاثر ، أو قد تحدث خللًا فى السلسلة الغذائية ، مما يؤدى إلى هلاك وانقراض هذه الحيوانات .

وتوضح هذه السلسلة التضخم البيولوجى لمركب DDD فى السلسلة الغذائية ببحيرة clear بولاية كاليفورنيا — عن Van den Bosch عام ١٩٧٧ .



شكل (١ ــ ١) : توزيع المبيد الحشرى عند معاملته بالطائرات .



شكل (١ ــ ٢) : التضخم البيولوجى لمركب DDD فى السلسلة الغذائية .

رابعاً : التأثير على الملقحات Effects on Pollinators

تؤثر مبيدات الآفات على نحل العسل ، والحشرات الملقحة الأخرى ، مما يؤدى فى النهاية إلى انخفاض معدل التلقيح فى الأزهار ، خصوصاً فى المحاصيل الخلطية التلقيح ، بالإضافة إلى ضعف قوة طوائف النحل كنتيجة لموت عدد كبير من الشغالات التى تقوم بجمع الرحيق . وقد ترتب على ذلك انخفاض محصول العسل ، بالإضافة إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل الحقلية والبستانية . وقد ظهرت هذه المشكلة بشكل خطير فى مصر بعد تنفيذ نظام الرش الجوى للمبيدات بالطائرات .

ويصل إنتاج عسل النحل ، والشمع من حشرات النحل إلى حوالى ٥٠ مليون دولار سنويًا فى الولايات المتحدة الأمريكية ، بالإضافة إلى دور الحشرة فى تلقيح حوالى ٨٠٪ من البقوليات ، والثمار البستانية ، ومحاصيل البذور الزيتية . كما أظهرت الدراسات أن للكثير من المبيدات تأثيراً سامًا على حشرة النحل ، خاصة إذا أجرى الرش أثناء فترة التزهير ، وحيث تزداد رحلات الشغالات فى هذه الفترة لجمع الرحيق . وقد قامت منظمة الزراعة والأغذية بتقسيم المبيدات تبعًا لسميتها على النحل إلى مجموعتين فقط ، الأولى : شديدة الضرر ، والثانية : متوسطة الضرر . وهناك تقسيم آخر إلى ثلاثة مجموعات ، الأولى : شديدة الضرر ، وتتراوح قيمة LD_{50} لها على نحل العسل من ٠٠١, (tepp) — ١,٨٢٥ ميكروجرام/ نحل (DowEt-15) جدول (١ — ١) ، والثانية : مبيدات متوسطة السمية ، وتتراوح قيمة LD_{50} لها على نحل العسل من ٢,٠١٨ (endrin) — ١٠,٣٩ ميكروجرام / نحل (Kopone) ، والقسم الثالث وهو مبيدات غير سامة نسبيًا ، وتتراوح قيمة LD_{50} لها على نحل العسل من ١١,٠ (CP- 10502) ــ ١٠٠٣١ ميكروجرام / نحل (GC- 6936) ، ولتخفيف حدة أضرار المبيدات على نحل العسل .. تم وضع بعض القواعد فى مصر أثناء عمليات رش هذه

السموم منها ، تحديد مواقع المناحل على الخرائط التى تعطى للطيار حتى يتفاداها أثناء الرش ، وعدم رش الأراضى الملاصقة للمناحل لمسافة ١٠٠ متر على الأقل بالطائرة ، وتكافح الحشرات بالرش الأرضى فى نفس يوم الرش . ولزيادة الاحتياط يحرم رش زمام القرية جويًّا ، وذلك إذا احتوت القرية على ألف خلية نحل إفرنجية . وللضرورة يجب أن يبدأ الرش الجوى فى التجمعات القطنية القريبة من مواقع المناحل فى الصباح الباكر ، ثم فى الأماكن المجاورة لها .. وهكذا حتى يأتى الدور فى آخر رشة على التجمعات البعيدة عن المناحل ، وذلك لإعطاء الفرصة لشغالات النحل لتجمع الرحيق من القطن أطول فترة ممكنة . ويمكن استخدام المواد الطاردة للنحل مخلوطة مع المبيدات ، أو منع استعمال المبيدات بقدر الإمكان لمكافحة دودة ورق القطن فى البرسيم ، حيث يمثل هذا المحصول أحد المصدرين الرئيسيين لمحصول العسل فى مصر .

خامساً : الأثر الضار على النبات Phytotoxicity

يؤدى استعمال بعض المبيدات إلى حدوث أضرار للنباتات الخضراء . (خصوصًا المحاصيل الحساسة ، والضعيفة النمو) وإذا استخدمت المبيدات بتركيزات أعلى من الموصى بها ، أو فى توقيت غير مناسب ، أدى ذلك إلى حدوث أضرار فى صورة حروق للأوراق ، أو تحور فى أشكالها ، مما يؤدى إلى جفافها ثم سقوطها ويموت النبات فى نهاية الأمر . وقد يحدث الضرر نتيجة وصول المبيد للعصارة ، النباتية ، كما فى حالة المبيدات الجهازية التى لها خاصية النفاذ داخل الأنسجة ، أو السريان فى العصارة ؛ مما يؤدى لحدوث خلل داخلى فى النشاط الإنزيمى ، والبيوكيميائى للنبات المسبب لتثبيط النشاط ، أو إيقافه تمامًا ، ثم توقف عمليات التمثيل الغذائى ، ويموت النبات فى النهاية . وقد تم تناول هذا الموضوع فى الفصول السابقة .

سادساً : أثر المبيدات على التربة Effect of Pesticides on soil

تتلوث التربة من جراء تساقط المبيدات أثناء رش المحاصيل الزراعية ، أو نتيجة لمعاملة التربة أو البذور بطريقة مباشرة بغرض الوقاية من ، أو مكافحة آفات التربة . ويؤدى تراكم المبيدات فى التربة وزيادة تركيزها أحيانًا إلى الحد المؤثر على نمو وإنتاجية النبات ، أو الكائنات الحية النافعة التى تسكن التربة ، أو يؤدى إلى انخفاض نسبة إنبات البذور ، أو إحداث تشوهات خطيرة للنبات . ومن جهة أخرى .. قد تؤثر المبيدات على التربة من حيث الخصوبة ، والخواص الطبيعية والكيميائية . ولبعض المبيدات الكلورينية العضوية مثل ، (د.د.ت ، وسادس كلورور البنزين) خاصية الثبات الكيميائى فى التربة لمدة تتجاوز ثلاثين عامًا فى بعض الأحيان ، ثم الاتحاد مع مكونات التربة مما يؤثر تأثيرًا ضارًّا على النبات والتربة معًا ، لذا يجب إجراء دراسات مستفيضة لبيان تأثير المبيدات على التربة . وقد تم تناول هذا الموضوع فى الفصول السابقة .

سابعاً : الخلل فى التوازن الطبيعى Disruption of Natural Balance

تعيش الحشرات مع سائر الحيوانات والكائنات الحية فى توازن طبيعى ، تتحكم فيه وتسيطر عليه عدة عوامل بيئية ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، وتوفر الغذاء ، وعوامل حيوية مثل : افتراس بعض الحشرات للبعض الآخر ، وتطفل بعضها على بعض . لذلك نرى فى البيئة الطبيعية ، التى لم تتدخل فيها يد الإنسان ، أن الحيوانات والحشرات تعيش فى توازن طبيعى يحقق معيشة متوازنة لهما معًا . أما إذا اختلت الظروف البيئية لأى سبب طارىء أو دائم ، وإذا حلت بالمنطقة حشرات جديدة (مفترسة ، أو متطفلة) ، فإن التوازن القائم لابد أن يختل لصالح نوع أو عدة أنواع منها ، فتزداد أو تقل الأعداد عن معدلها الطبيعى ، ويكون ذلك فى صالح الإنسان ، أو عكس ذلك وفقًا لنوع الحشرات المتكاثرة .

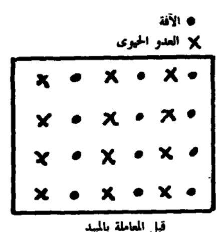
ولعل الاستخدام المكثف ، وغير الواعى للمبيدات بقصد خفض أعداد بعض الأنواع التى زادت عن معدلها الطبيعى قد أدخل عنصرًا جديدًا فى البيئة الطبيعية للحشرات . ومن الجدير بالذكر أن استجابة أنواع الحشرات لأى مادة كيميائية ليست متكافئة . وفى غالبية الأحوال يُدخل الإنسان المبيد فى البيئة الطبيعية دون علم مسبق ، ومفصل بعواقب هذا التدخل وانعكاساته على الحشرات المختلفة الضارة منها والنافع . ومن المؤسف أن ينساق الإنسان وراء فلسفة خاطئة للهدف من إدخال المبيدات وهى التخلص من الآفة دون أية اعتبارات أخرى . فالأكاروس لم يصل إلى مرتبة الآفات الخطيرة ، ولم يظهر كمشكلة لها كيانها إلا بعد إدخال مبيد الـ د.د.ت واستعماله بكثافة فى مصر ، لمكافحة بعض آفات القطن ، وأشجار الفاكهة عقب الحرب العالمية الثانية . كما انتشر الأكاروس على القطن عقب استعمال السيفين فى أواخر الستينات . كما أدى استعمال مركب الـ د.د.ت كذلك إلى ظهور المن ، والعنكبوت الأحمر بكثرة على الذرة ، نتيجة للخلل الذى أحدثته هذه المركبات على التوازن الطبيعى بين الآفات .

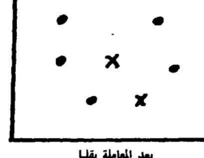
والآن حان وقت التساؤل الهام :

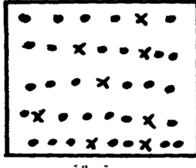
(أ) ظهور موجات وبائية من الآفة Target Pest Resurgence

كيف أحدثت المبيدات الكيميائية خللًا فى التوازن الطبيعى لصالح الآفة ؟

لاشك أن استخدام المبيدات ، دون تفهم كامل لطبيعة البيئة الزراعية المعقدة ، قد يؤدى إلى إحداث خلل فى هذا النظام المتوازن . وغالبا ما تحدث ظاهرة مقاومة الآفة لفعل المبيد المستخدم للقضاء عليها . ويؤدى ذلك الوضع إلى ارتفاع مستوى الكثافة العددية للآفة إلى معدل أكبر من الطبيعى . وهذا مايطلق عليه اصطلاح Pest resurgence ، أو زيادة أعداد الآفة المستهدفة بصورة وبائية عقب استعمال المبيد . ويرجع ذلك أيضًا إلى انهيار ، أو انخفاض تعداد الأعداء الحيوية بمعدلات أكبر من موت الآفة شكل (١ -٣) .

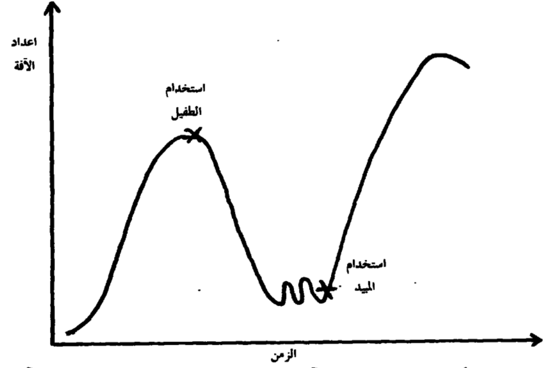






شكل (١ ـــ ٣) : زيادة أعدادَ الآفة فى مجال المكافحة بصورة وبائية عقب استعمال المبيد الكيميائى

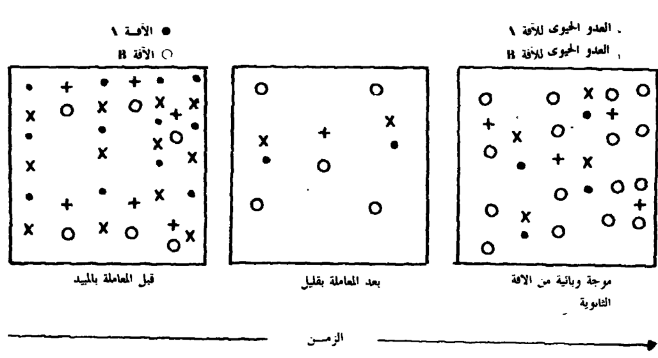
ويتضح من الشكل السابق أنه رغم فاعلية المبيد المباشر فى خفض أعداد الآفة المستهدفة بدرجة ملحوظة ، إلا أن تعداد الأعداء الحيوية انخفض فى نفس الوقت بشكل أكبر ، مما أدى إلى وجود توازن غير ملائم بين الآفة وعدوها فظهرت الموجة الوبائية للآفة . وأوضح مثال على ذلك .. ماحدث فى كاليفورنيا حين ظهرت حشرة البق الدقيقى الاسترالى كآفة خطيرة هددت محصول الموالح ، وتم استيراد طفيل « الروداليا » ، وبالرغم من تأثيره المؤكد على الآفة ، إلا أن استخدام المبيدات قضى على هذا الطفيل تمامًا ، وبذلك حدثت موجات وبائية جديدة من البق الدقيقى فى هذه المنطقة شكل (١ – ٤) .



شكل (١ ـــ ٤) : أثر استخدام المبيد على تعداد آفة البعد الدقيقى الاسترالى (يلاحظ ارتفاع تعداد الآفة بعد استخدام المبيد نتيجة للقضاء على طفيل الرود آلياً .

(ب) ظهور موجات وبائيه من الافة الثانوية Non- target pest Resurgence

قد يؤدى استخدام المبيد الكيميائى ، دون دراسة متأنية وواعية للنظام البيئى ، إلى ظهور موجات وبائية من الآفات الثانوية غير المستهدفة فى برامج المكافحة . ويرجع ظهور هذه الموجات عادة إلى خلل فى التوازن الحيوى بين مجموع الحشرات ، نتيجة لتوجيه المكافحة ضد آفة معينة ؛ مما يتيح الفرصة أمام الآفات الثانوية للتكاثر بسرعة وبقوة ثم تصبح لها خطورتها . وقد ترجع الإصابات غير المتوقعة إلى تغيير فى تركيب النبات العائل نتيجة استخدام المبيد فتجعله أكثر ملائمة لتكاثر الآفة الثانوية ، فتظهر الآفة بصورة وبائية تهدد المحصول شكل (١ — ٥) .



شكل (١ — ٥) : ظهور الآفة الثانوية (B) بصورة وبائية عقب استخدام المبيد .

يتضح من الشكل (١ — ٥) أن المبيد أظهر فعالية عالية على الآفة (A) وعلى عدوها الحيوى (X) ، ولكنه فى نفس الوقت عديم الفاعلية على الآفة (B) ، والتى تتميز بانخفاض أعدادها قبل المعاملة . ومع ذلك أدى المبيد إلى القضاء الشبه التام على أعدائها الحيوية (+) . وبعدها حدث اختلال فى التوازن أدى إلى ظهور هذه الآفة الثانوية بصورة وبائية . ومن المعلوم أن حدوث أى تحوير ، أو تغيير فى البيئة يؤدى إلى خلل فى نظامها المتوازن . وعلى سبيل المثال ... تؤدى محاولة تغيير البيئة بطريقة غير ملائمة لآفة ما إلى جعلها ، وفى نفس الوقت ، ملائمة لآفة أخرى وهذا مايحدث عند استخدام المبيدات الكيميائية . ومن هنا فإن طريقة التحكم المتكامل للآفات قد تقلل من فرص حدوث خلل غير مرغوب فى النظام البيئى .

وفى محاولة لوقف زيادة تعداد الافة المستهدفة ، بصورة وبائية عقب استعمال المبيد ، يقوم المختصون – وهذا خطأ – بزيادة تركيز المبيد ، وتكرار مرات المعاملة دون أساس علمى . وقد أظهرت هذه الوسيلة العديد من المشاكل ، من أبرزها ظهور وتطور مقاومة الحشرات لفعل المبيد ، والإضرار بصحة الإنسان ، وازدياد مستوى تلوث البيئة .

ولايمكن إغفال التأثيرات الجانبية الضارة التى قد تحدث من جراء التوسع فى استخدام المبيدات وقد سبق مناقشة موضوع الضرر على النباتات التى تعامل بصورة مباشرة أو التى تتلوث عرضياً نتيجة للمعاملة الغير محكمة خاصة بالطائرات وفى هذا المقام نود الإشارة إلى ندرة التخصص فى المبيدات بمعنى أن المركب الفعال ضد آفة مستهدفة غالباً مايحدث أضراراً على الحشرات النافعة خاصة الأعداء الحيوية من طفيليات ومفترسات ونحل العسل وغيرها . وقد سبق القول أنه لايوجد المبيد النظيف ولن يوجد فى المستقبل وجدول (١ ــ ١) يوضح سمية بعض مبيدات الآفات عند نحل العسل ومنه يتضح وجود ثلاثة مجموعات الأولى عالية السمية وفيها مبيد الملاثيون والديازينون والآزودرين والجاردونا وغيرها . والمجموعة الثانية متوسطة السمية مثل الأندرين والددت والأندوسلفان وغيرها والمجموعة الثالثة عديمة السمية نسبياً وكلمة نسبيا تعنى الكثير حيث تتوقف السمية على العديد من الظروف والعوامل المحيطة وتشمل مبيدات الكبريت والكلثين والتوكسافين وغيرها .

جدول (١ ــ ١) : الجرعة التصنفية القاتلة وإنحدار خطوط السمية الخاصة ببعض مبيدات الآفات على نحل العسل فى المعمل بعد ٤٨ ساعة من المعاملة على درجة حرارة ٨٠° فهرنيت و٦٥٪ رطوبة نسبية .

Pesticide	LD_{50} in ug bee	Slope value	Pesticide	LD_{50} in ug bee	Slope value
Group 1.- Highly toxic to honey bee:					
1. tepp	0.001	0.64	42. azinphosethyl		
2. Zinophos	0.042	9.08	Ethyl Guthion	0.980	7.32
3. Dursban	0.114	7.80	43. Imidan	1.064	4.77
4. dieldrin	0.139	4.65	44. RP-11783	1.076	7.11
5. Furadan E	0.160	4.31	45. Matacil	1.160	3.72
6. parathion	0.175	7.66	46. carbaryl; Sevin	1.336	2.45
7. GC — 6506	0.178	8.19	47. Baygon	1.354	3.30
8. Dimethoate,					
Cygon	0.188	5.94	48. Gardona	1.354	30.00
9. GS — 13005	0.236	9.06	49. RE — 9006	1.365	10.32
10. Tamix	0.285	5.64	50. AC — 12008	1.380	3.60
11. Sumithion	0.288	5.58	51. phosphamidon,	1.462	14.24
12. Bidrin	0.300	16.50	Dimecron		
13. Bayer 77433	0.305	6.80	52. Methyl Trithion	1.462	6.64
14. fenthion, Baytex	0.308	7.20	53. Iso-Systox	1.487	1.45
15. Zectran	0.308	4.92	54. Abare	1.547	2.85

Pesticide	LD_{50} in ug bee	Slope value	Pesticide	LD_{50} in ug bee	Slope value
16. Azodrin	0.350	7.77	55. isodrin	1.607	2.63
17. fensulfothion	0.350	5.46	56. Hercules 9007	1.656	3.30
18. aldrin	0.353	4.98	57. Dow ET - 15	1.825	6.12
19. mevinphos,	0.360	7.96			
Phosdrin			**Group II.-Moderately**		
			toxic:		
20. diazinon	0.372	8.97	58. endrin	2.018	4.20
21. Hesurol	0.375	3.20	59. RE — 5030	2.079	5.28
22. NIA 10566	0.408	4.26	60. Hercules 3895C	2.248	2.84
23. famphur, Famo-					
phos	0.417	4.85	61. Crodrin	2.260	17.10
24. Mabam	0.423	8.69	62. AC - 12009	2.284	3.43
25. azinphosmethyl,	0.423	6.84	63. Agritox,	2.333	3.26
Guthion			trichloronate		
26. methyl parathion	0.465	7.28	64. Banol	2.357	5.91
27. Isolan	0.471	8.70	65. N-4543	2.478	2.76
28. CP - 47114	0.477	4.30	66. demeton, Systox	2.598	1.85
29. naled, Dibrom	0.480	18.18	67. EI - 4306	2.623	4.55
30. dichlorvos,					
Vapona	0.495	8.97	68. G - 30494	2.695	4.06
31. heptachlor	0.526	5.16	69. Pyromor	2.949	4.07
32. GS—12968	0.550	8.91	70. oxydemetonmethyl,	2.997	.2.32
33. Lindane	0.562	5.07	71. Meta-systox		
34. NIA-11637	0.609	3.53	71. EI-47470	3.505	6.28
35. NIA-10559	0.624	4.50	72. TD-72	3.578	4.32
36. UC-8305	0.628	2.68	73. Bayer 38156	3.602	2.10
37. malathion	0.709	8.04	74. Bayer 30911	3.747	3.68
38. Bomyl	0.743	9.09	75. GS - 10128	3.837	6.21
39. Hercules 13462	0.829	3.90	76. Thiodan	3.868	2.28
40. UC - 10854,	0.937	4.34	77. UC - 6812	3.940	3.75
Hercules 5727			78. CG — 9160	4.035	3.98
41. Methyl Iso-systox	0.937	3.48	79. CG — 10234	4.194	3.21
Group 11- continued:					
80. EI-47031	4.230	7.32	112. dioxathion, Denlav	21.27	5.05
81. TD-73	4.291	564	113. methoxychlor	23.57	1.55
82. carbophenothion,	4.472	8.39	114. Bayer 39731	26.59	1.27
Trithion			115. Hercules 14503	34.45	1030
83. Parthane					
84. [redacted]fan,	4.496	3.60	117. Dowco 213	40.49	3.83
			118. ziram, Zerlate	46.65	2.12
85. GC-9897	4.895	4.14	119. Dessin, dinobuton	48.42	5.90
86. SD-7438	5.076	6.09	120. toxaphene	50.40	1.67
87. disulfoton, Di-	5.137	1.14	121. trichlofon,	59.83	2.81
Syston			Dipterex, Dylox		
88. chlordane	5.233	3.24	122. GC-3582	60.43	4.92

جدول (١ — ١) : تبع .

Pesticide	LD_{50} in ug bee	Slope value	Pesticide	LD_{50} in ug bee	Slope value
89. UC-34095, UC 270745	5.354	2.75	123. GC-10435	62.80	9.4
			124. Morestan	66.47	1.3
90. SD-3443	5.739	8.72	125. SG-68	67.08	2.1
91. ronnal, Xorlan, Trolane	5.739	2.10	126. thiram, Arosan	73.72	1.1
			127. calsium arsenate	78.56	4.1
92. GC-10101	5.776	8.58	128. Dri-dia	96.69	4.4
93. Thiodan	5.833	2.91	129. GC-8993	96.69	1.3
94. dimotilan	5.833	4.03	130. GC-9832	98.00	2.6
95. DDT	5.946	4.89	131. GC-78	108	3.1
96. falofluroxole	6.526	3.40	132. CMU	110	0.7
97 HPD	6.763	3.33	133 Eradex	121	1.14
98. mirax	7.145	3.23	134. dicofol. Kelthane	145	1.5
99. GC-3583, SD-8210	7.735	3.57	135. TDE, Rothane, DDD	161	0.9
100. endothion	8.001	7.02	136. SG-77	163	2.6
101. Tranid	8.096	3.27	137 Q-128	179	0.7
102. Phosalone	8.939	3.83	138. Polyrom	437	1.5
103. HRS-1422	9.548	3.20	139. fanson, Murvosco	483	0.06
104. pharate, Thimet	10.07	1.34	140. SG-74	880	0.99
105. Kopone	10.39	4.83	141. sulfur	1051	1.33
Group III-Relatively Nontoxic:			142. chlorobenzilate	1849	1.01
106. CP-10502	11.00	3.62	143. dinitrocyclo-hexylphenol, Dinax	2175	0.45
107. monazon, Saphos	11.06	2.03			
108. binapocryl, Morocide	11.60	9.97	144. SG-63	3625	0.91
109. sabadilla	12.33	6.20	145. GC-6936	10031	0.63
110. CP-10516	14.50	3.20			
111. athion, Niolate	20.55	0.95			

الفصــل الثانــى

مقاومة الآفات لفعل المبيدات

أولاً : مقدمة

ثانياً : تطور مقاومة المبيدات مع الزمن

ثالثاً : بعض التعاريف المستخدمة فى هذا المجال

رابعاً : وراثة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات .

خامساً : العوامل البيوكيميائية المسببة للمقاومة .

سادساً : مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات .

سابعاً : حقيقة وتشخيص مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الحشرية .

ثامناً : التحكم فى مقاومة مفصليات الارجل .

الفصل الثانى

مقاومة الآفات للمبيدات

Resistance of Pests against pesticides

أولاً : مقدمــة .

رغم أهمية الدور الذى تلعبه المبيدات فى مكافحة الآفات إلا أن الاستخدام المكثف وعدم إتباع الأسلوب العلمى فى التطبيق أدى إلى ظهور العديد من المشاكل التى تم تناولها فى الباب الثانى ، بالإضافة إلى ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل هذه الكيميائيات المتميزة . وتعتبر مشكلة المقاومة أكثر خطورة وتعقيداً من جميع المشاكل السالفة الذكر . وتعنى هذه الظاهرة ببساطة أن الآفات لم تعد تقتل بجرعات كانت تقتلها من قبل . كما يستلزم تحقيق الكفاءة قبل ظهور المقاومة ، واستعمال جرعات أعلى من نفس المبيد ، وتكرار مرات المعاملة . وتضع معظم الدول القيود على استعمال جرعات أعلى من المادة التى تكونت لها صفة المقاومة ، لأنها وسيلة غير عملية تصاحبها زيادة التكاليف الاقتصادية ، وزيادة مستوى تلوث البيئة (التكاليف البيئية) . ومن ثم يصبح من الضرورى استبدال المبيد بآخر ومن مجموعة كيميائية مختلفة ، أو تغيير طريقة المكافحة ، خاصة أسلوب التتابع . وعموماً .. نجد أن استمرار تعرض الآفة لمبيد معين مع سياسة زيادة التركيز الموصى به قد يحقق مكافحة مرحلية ، وتكون الآفة سلالة مقاومة فى النهاية لفعل هذا المبيد . ولتفسير هذه الظاهرة نذكر المثال التالى :

من واقع الخبرات التطبيقية اتضح أن التركيز الموصى باستخدامه لمكافحة آفة ما بمبيد كيميائى معين لا يسبب إبادة لجميع أفراد العشيرة (١٠٠٪ إبادة) المعرضة له . وإذا افترضنا نظريا حدوث ٩٠٪ إبادة فى المعاملة الواحدة ، فإن ذلك يعنى استمرار حياة ١٠٪ من الأفراد ، والتى تكون قادرة على تكوين الأجيال التالية . ويعتبر التركيز المميت لـ ٩٠٪ من مجموع أفراد العشيرة تركيزاً تحت مميت للأفراد الحية (١٠٪) ، والتى منحتها الطبيعة صفات تجعلها أكثر تحملاً لفعل المبيد . وإذا ارتبطت هذه الصفات بعوامل بيئية فقط أطلق عليها قوة التحمل Tolerance ، أما إذا ارتبطت بعوامل وراثية أطلق عليها المقاومة Resistance . وعليه .. فإن تكرار المعاملة بالمبيد الواحد ، واستمرار تكاثر الأفراد الحية بعد كل معاملة يؤدى فى النهاية إلى ظهور سلالة مقاومة لفعل المبيد . وقد دلت

الدراسات على أن هناك عوامل وراثية فى الأفراد المقاومة مسئولة عن ظهور هذه الصفة فى آفة ما تجاه مبيد معين أو أكثر .

ثانياً : تطور مقاومة المبيدات مع الزمن Pesticide resistance in time

اكتشفت أول حالة لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات بواسطة العالم ميلاندر Melander عام ١٩١٤ . وتبدو هذه الظاهرة الآن غاية فى التشعب والتعقيد ، لدرجة أنها تؤخذ فى الاعتبار عند تصميم أى برنامج لمكافحة آفة ما . ولا تقتصر المقاومة لفعل المبيدات على الحشرات فقط (شكل ٢ ـــ ١) ، ولكنها تحدث أيضاً فى الكائنات الأولية بسيطة التركيب ، مثل : البكتيريا ، والسبوروزوا ، كما تحدث فى الكائنات المتطورة معقدة التركيب ، مثل : الثدييات ، والنباتات البذرية . ولقد أثرت ظاهرة المقاومة على فاعلية مدى واسع من السموم والكيميائيات المختلفة ، مثل المضادات الحيوية ، والعقاقير المضادة للملاريا ، والمبيدات الحشرية ، ومبيدات القوارض ... إلخ .

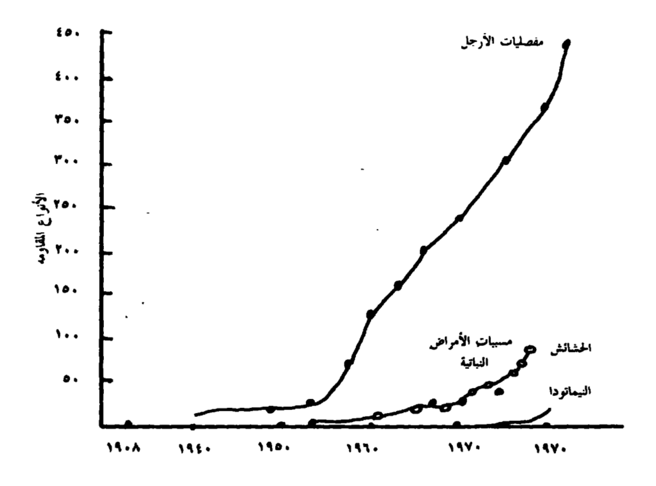
ومن الواضح أن تطور ونمو ظاهرة المقاومة للكيميائيات قد برز الآن على السطح كمشكلة عالمية ، حيث أظهرت جميع الكائنات الحية من البكتيريا ، والثدييات مقاومة لفعل السموم المستخدمة كمبيدات حشرية . ويمكن القول بأن المقاومة لا تظهر إلا عند ، أو بعد استخدام المادة القاتلة . وتؤخذ ظاهرة المقاومة الحقيقية ، أو القدرة على المقاومة فى الحسبان دائماً Actual resistance لآفة ما عند تقييم مركب جديد معمليا أو حقليا . وهى مسألة حاسمة فى استمرارية تسويق المبيد الجديد ، وتظهر غالباً عند تتبع درجة تأثير وفاعلية المركب مع التطبيق المستمر . ويجب أن ننبه مرة أخرى إلى مدى ارتفاع تكلفة اكتشاف ، وتطوير أى مركب جديد ، حيث بلغت إلى ١٠ ملايين دولار عام ١٩٧٢ ، ثم قفزت إلى ٢٠ ـــ ٥٠ مليون دولار فى الفترة ١٩٨٠/ ١٩٨٥ . وتعتبر ظاهرة المقاومة من أهم العناصر المحددة لنجاح الاستثمار فى مجال صناعة المبيدات ، واحتمالات الحصول على مركب جديد ، كما سبق القول فى الأبواب الأولى من هذا الكتاب .

وتظهر تكلفة مجابهة ظاهرة المقاومة على مستوى التطبيق الحقلى واضحة ، حيث تتمثل فى تكرار مرات المعاملة ، وزيادة التركيز ، واستبدال المبيد بآخر له مواصفات متميزة . وقد لوحظ فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية ارتفاع تكلفة مكافحة آفات القطن فى الفدان الواحد باستخدام البيرثرويدات ، والمبيدات الفوسفورية العضوية ، حيث وصلت إلى ٢٠٠ ـــ ٣٠٠ دولار . وقد أشار Pimentel وآخرون عام (١٩٨٠) إلى أن الزيادة فى تكلفة مكافحة الآفات بالمبيدات نتيجة لظاهرة المقاومة فى الحشرات تصل إلى ١٣٣,٠٩ مليون دولار سنويا فى أمريكا . ولا يتضمن هذا الرقم التكاليف غير المباشرة الناتجة فى مجال أبحاث تصنيع المبيد ، أو تكلفة مراحل تسجيله .

وقد أظهرت السجلات والوثائق ازدياد أعداد أنواع الآفات المقاومة لفعل المبيدات عاماً بعد آخر كما فى أشكال (٢ ـــ ١) ، (٢ ـــ ٢) . وقد لوحظ أن المقاومة تجاه المبيدات تنتشر جغرافيا فى

	البكتريا	الأسبوروزوا	الفطريات	النيماتودا	الأكاروسات	الحشرات	القشريات	الأسماك	الضفادع	القوارض	الحشائش
المضادات الحيوية	●										
مضادات الملاريا		●									
مضادات الكوكسيديا		●									
المبيدات الفطرية			●		●	●					
	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
المعقمات الكيميائية						●					
المبيدات النيماتودية				●							
مبيدات القوارض										●	
مبيدات الحشائش											●

شكل ٢ — ١) : حدوث المقاومة لفعل بعض المركبات الكيميائية فى الأنواع المختلفة من الكائنات الحية



(شكل ٢ ــ ٢) : الزيادة فى عدد أنواع مفصليات الأرجل ، ومسببات الأمراض ، والحشائش ، والنيماتودا المقاومة لمبيدات الآفات .

جميع أنحاء العالم . وقد ركزت هذه الدراسة على مفصليات الأرجل ، ومسببات أمراض النبات ، والحشائش .

١ ـــ الاختبارات القياسية Standardized tests

نظراً لأهمية تحديد مستوى نشاط المقاومة .. ظهر معظم الاختبارات القياسية لأنواع عديدة من الآفات . وقد أجريت هذه الاختبارات بمعرفة منظمة الصحة العالمية «W.H.O» فى الفترة بين ١٩٧٠ ـــ ١٩٨٠ على مجموعة من الآفات ذات الأهمية الاقتصادية ، كما أجيزت ٢٣ طريقة قياسية لتقدير مدى مقاومة ٣٦ نوعاً من الآفات الزراعية بمعرفة منظمة الزراعة والأغذية «FAO» .

وأمكن حديثاً إجراء عملية المراقبة ، أو الإشراف Surveillance على مستوى المقاومة باستخدام ما يسمى بالجرعات التشخيصية Diagnostic doses ، أو الجرعات التمييزية Discriminating doses ، وهى تعنى استخدام جرعة واحدة تميت الحشرات العادية والحساسة ، وتكون مرتفعة بدرجة كافية تبلغ حوالى ٢ ـــ ٣ ضعف الجرعة العادية ، حيث تسمح فقط باستمرار حياة الأفراد التى تقع خلف الحد الأعلى لفترات الثقة الخاصة بالجرعة القصوى LD_{99} . ولقد وضعت هذه الجرعات التشخيصية للحشرات الكاملة ، ويرقات بعوض الأنوفيليس ، والكيولكس ، والأيدس . وبذلك يمكن اختبار أعداد كبيرة من الأفراد باستخدام هذه الجرعات الحرجة Critical doses . وتعتمد هذه الجرعات التشخيصية على التقدير الدقيق للجرعة القصوى LD_{99} فى تعداد حقلى ، وعلى فترات الثقة للحساسية عند هذا المستوى . وهى تحتاج لعمل تقييم حيوى لمنحنى (الجرعة ـــ الاستجابة) .

كما ظهر نوع آخر من أنواع المراقبة على المقاومة فى شكل اختبارات تشخيصية بيوكيميائية بسيطة ، وذلك لتقدير النظم المتخصصة المسئولة عن المقاومة . ويمكن إجراء هذه الاختبارات بتجارب حقلية معملية . ويمكن تحديد اختبارات التحذير ، أو التنبيه monitoring غالباً عند درجة المقاومة للمبيد الفوسفورى العضوى . وذلك بتقدير كفاءة الإستيريزات فى تحليل الوسيط الكيميائى α B-naphthyl acetate . وتحتاج هذه الدراسات إلى العديد من التجارب التفصيلية عن طبيعة الإستيريزات ، كما تتطلب المعرفة الكافية عن مدى الترابط بين النشاط العالى ، ومدى مقاومة الآفة (مجال الاختبار) للمبيد الفوسفورى . وتوجد طرق مشابهة لتقدير مستوى المقاومة للمبيد الكارباماتى ، والتى تعزى إلى خفض مستوى حساسية إنزيم الأستيل كولين إستريز تجاه هذا النوع من المبيدات . وعموماً .. فإن هذه التجارب تمدنا بمعلومات تتصف بالعمومية عن المقاومة ، ولا يمكن من خلالها معرفة درجة المقاومة على وجه التحديد . وعليه .. فإن هذه الاختبارات تكمل ولا تحل محل اختبارات التقييم الحيوى .

٢ ـــ برمجة سجلات المقاومة Computerization of resistance records

منذ عام ١٩٧٢ تم وضع برنامج تقسيمى لتصنيف حالات المقاومة فى الحشرات ، والأكاروسات

بواسطة العالم الشهير جورجيو Georghiou بجامعة كاليفورنيا بأمريكا ، حيث تبرمج المعلومات المتاحة ، وبذلك يمكن استرجاعها تبعاً لعدد المعايير ، أو المقاييس الخاصة بنوع الآفة ، المبيد العائل ، البلد ، الموقع المحلى ، درجة المقاومة ، سنة اكتشاف الظاهرة ، مصدر المعلومات جدول (٢ – ١) . وتتضمن النتائج فى هذا الجدول حالات المقاومة الناتجة من المعاملة الحقلية للمبيد ، وعدد حالات المقاومة التى ظهرت فى المعمل . وقد أجريت بعض التجارب الخاصة واتضح منها انخفاض مستوى استجابة العشيرة للمبيد المستخدم . وأدى هذا التغير فى الحساسية إلى خفض مستوى وكفاءة المكافحة ، وإلى استبدال المبيد بالتالى .

وقد قامت منظمة الزراعة والأغذية «FAO» بإجراء حصر عن حالات المقاومة أعوام (٦٥ ـــ ٦٨ ـــ ١٩٧٤) من خلال انتشار الباحثين فى البلاد المختلفة ، وفحص التقارير الخاصة بالأبحاث التى أجريت فى البلاد المختلفة ، بالإضافة إلى بعض المعلومات من خلال الاتصال الشخصى ، أو من خلال الأبحاث المنشورة . وتمكن الباحثون من تسجيل بعض حالات المقاومة لمركبات الزرنيخ ، وحمض الأيدروسيانيك ، ومخلوط الجير الكبريتى ... إلخ . وهى توضح قدرة مفصليات الأرجل على إظهار المقاومة ضد مختلف السموم . إلّا أنه من المعروف الآن أن المقاومة فى مجموعات الحشرات ـــ التى لم تعد تتعرض لأى ضغط انتخابى بنفس المبيد ، أو غيره من المبيدات القريبة ـــ تظهر تراجعاً إلى مستويات لا يمكن تقديرها .

٣ ـــ حالة أو موقف المقاومة Status of resistance

بلغت أنواع الحشرات والأكاروسات التى ظهرت بها سلالات مقاومة لفعل المبيدات حتى نهاية عام ١٩٨٠ حوالى ٤٢٨ نوعاً جدول (٢ – ٢) ، ومن بينها حوالى ٢٦٠ نوعاً (٦٠,٧٪) ذات أهمية زراعية ، والباق وعدده ١٦٨ نوعاً (٣٩,٣٪) ذات أهمية طبية وبيطرية . ويوضح شكل (٢ – ٣) مدى تزايد تعداد الأنواع المقاومة فى الفترة من ١٩٠٨ حتى عام ١٩٨٠ . ويظهر فى هذا الشكل تطور حالات المقاومة فى أمراض النبات (٩١ نوعاً) ، والحشائش (٥ أنواع) ، والنيماتودا المتطفلة على النبات (٢ نوعان) .

وقبل عام ١٩٤٦ سجلت ١٢ حالة لمقاومة مفصليات الأرجل للمبيدات ، وذلك حينما عرفت أول حالة لمقاومة الـ د.د.ت فى أرناس Arnas ، كما سجلت فى السويد حالات مقاومة للمبيدات غير العضوية ، مثل : مركبات الزرنيخ ، وسيانيد الأيدروجين ، ومخلوط الجير الكبريتى ، والكربوليت ، والسلينيم . كما توجد تسجيلات مشابهة خاصة بتاريخ مقاومة مسببات الأمراض النباتية ، والتى توضح انخفاض حالات المقاومة للمبيدات الفطرية النحاسية ، والكبريتية ، والزئبقية ، بينما ازدادت هذه الحالات عند إدخال مركبات Benzimidazoles . وقد أظهرت الوثائق انخفاض حالات المقاومة قبل مرحلة استخدام الـ د.د.ت ، وكذلك قبل استخدام المبيدات الفطرية العضوية . وقد يرجع ذلك إلى تعدد مواضع تأثير المبيدات غير العضوية على عدة نظم حساسة داخل الحشرة . وتعزى ندرة حدوث المقاومة الوراثية فى مجموعات الحشرات غير المنتخبة إلى استحالة تواجد مختلف الجينات

جدول (٢ — ١) : عدد أنواع مفصليات الأرجل التى تم تسجيل حالات المقاومة بها لفعل المبيدات .

الرتبة أو تحت الرتبة	مجموعة المبيد الكيميائى							الأهمية التطبيقية		المجموع	النسبة المئوية
	د.د.ت	السيكلودايين	الفوسفورية	الكاربامات	البيروثرويدات	المدخنات	متنوعات	آفات طبية وبيطرية	آفات زراعية		
الأكاروسات	١٧	١٥	٤٢	٦	١	—	٣٠	١٥	٣٨	٥٣	١٢,٤
القمل الماص	٤	٤	٢	١	—	—	—	٦	—	٦	١,٤
غمدية الأجنحة	٢٤	٥٥	٢٦	٩	٣	١٤	٥	—	٦٤	٦٤	١٤,٩
جلدية الأجنحة	١	١	—	—	—	—	—	—	١	١	٠,٢
ذات الجناحين	١٠٦	١٠٧	٦٠	١١	٦	—	١	١٣٠	٢٣	١٥٣	٣٥,٨
ذباب مايو	٢	—	—	—	—	—	—	—	٢	٢	٠,٥
غير متشابهة الأجنحة	٨	١٦	٦	—	—	—	—	٤	١٦	٢٠	٤,٧
متشابهة الأجنحة	١٣	١٣	٢٨	٩	·٣	٣	١	—	٤٢	٤٢	٩,٨
غشائية الأجنحة	١	٣	—	—	—	—	—	—	٣	٣	٠,٧
حرشفية الأجنحة	٤٠	٤٠	٣١	١٤	٨	—	٢	—	٦٤	٦٤	١٤,٩
القمل القارض	—	٢	—	—	—	—	—	٢	—	٢	٠,٥
مستقيمة الأجنحة	٣	٣	٢	١	١	—	—	٣	—	٣	٠,٧
خافية الأجنحة	٧	٥	٢	—	—	—	—	٨	—	٨	١,٩
هدبية الأجنحة	٣	٥	١	—	—	—	٢	—	٧	٧	١,٦
المجموع الكلى	٢٢٩	٢٦٩	٢٠٠	٥١	٢٢	١٧	٤١	١٦٨	٢٦٠	٤٢٨	
(٪)	٥٣,٥	٦٢,٩	٤٦,٧	١١,٩	٥,١	٤,٠	٩,٦	٣٩,٣	٦٠,٧	١٠٠	

معاً فى فرد واحد . وهناك شك فى أن يكون تعدد مواضع التأثير فى المبيدات غير العضوية السبب الوحيد لندرة مقاومة الحشرات لهذه المركبات . وهناك عوامل أخرى لا يمكن تجاهلها تساعد هذه الظاهرة ، مثل الطبيعة الأيونية للمكون السام لهذه المركبات ، والتى تعمل على تقليل احتمال فقد السمية بفعل إنزيمات التمثيل .

بالإضافة إلى ما سبق .. فإن زيادة كمية المبيدات التى استخدمت بعد الحرب العالمية الثانية قد ساعدت على زيادة حدة المقاومة فقد قفز معدل بيع المبيدات الحشرية ، والحشائشية ، والفطرية من ١,١ بليون دولار عام ١٩٦٠ إلى ٣,٦ بليون دولار عام ١٩٧٠ ، ثم وصل إلى ٩,٧ بليون دولار عام ١٩٧٩ . وتوضح هذه الأرقام الزيادة الرهيبة للضغط الانتخابى على أنواع الآفات المختلفة نتيجة لاستخدام المبيدات . ومن الملفت للنظر تضاعف تعداد أنواع مفصليات الأرجل التى أظهرت مقاومة للمبيدات فى السنوات العشر الأخيرة ، حيث بلغت ٢٤٤ نوعاً عام ١٩٧٠ ، ثم قفزت إلى ٤٢٨ نوعاً عام ١٩٨٠ .

وتقع غالبية الأنواع المقاومة من الحشرات (٤٢٨ نوعاً) فى رتبة ذات الجناحين (١٥٣ نوعاً) تمثل ٣٥ر٧٪ . وقد يعكس هذا الرقم مدى قوة الضعف الانتخابى للمبيدات ضد البعوض ، والذباب فى جميع أنحاء العالم ، بينما بلغ توزيع الأنواع المقاومة فى مجال الزراعة فى رتبتى حرشفية وغمدية الأجنحة (٦٤ نوعاً تمثل ١٤,٩٪ ، والأكاروسات (٥٣ نوعاً) تمثل ١٢,٤٪ ، ونصفية الأجنحة (٩٥ نوعاً) تمثل ٢٢,٢٪ .

جدول (٢ — ٢) : التزايد فى تعداد الأنواع المقاومة من مفصليات الأرجل خلال الفترة من ١٩٧٠ — ١٩٨٠ .

حالات المقاومة لكل مجموعة من المبيدات	١٩٧٠	١٩٨٠	معدل الزيادة
د.د.ت	٩٨	٢٢٩	٢,٣٤
السيكلودايين	١٤٠	٢٦٩	١,٩٢
المبيدات الفوسفورية العضوية	٥٤	٢٠٠	٣,٧٠
الكاربامات	٣	٥١	١٧,٠٠
البيرثرويدات	٣	٢٢	٧,٣٣
المدخنات	٣	١٧	٥,٦٧
متنوعات	١٢	٤١	٣,٤٢
المجمـــوع	**٣١٣**	**٨٢٩**	**٤١,٣٨**

من الجدول السابق يمكن تصور مدى الزيادة فى مستوى المقاومة ، عندما يؤخذ فى الاعتبار عدد نواع الحشرات المقاومة × مجموعات المبيدات التى تظهر مقاومة . وعلى هذا الأساس .. ارتفعت حالات المقاومة من ٣١٣ عام ١٩٧٠ إلى ٨٢٩ عام ١٩٨٠ بمعدل زيادة يصل إلى ٢,٦٥ مرة . الإضافة إلى ذلك .. فإن عدد المبيدات التى تظهر مقاومة يوضح مدى ارتفاع عدد الحالات المسجلة عام ١٩٨٠ حيث بلغت ١٦٤٠ حالة . ويمكن بناءً على ذلك توقع الزيادة المرتفعة فى حالات لمقاومة تجاه المبيدات الحديثة ، حيث وصلت إلى ١٧ ضعف بالنسبة للكربامات ، ٧,٣٣ ضعف لبيرثرويدات ، بينما وصلت إلى ٣,٧ ضعف فى المبيدات الفوسفورية العضوية ، ٢,٣٤ ضعف لـ د.د.ت ، ١,٩٢ ضعف لمركبات السيكلودايين . ويجب أن يكون واضحاً أن هذه الدراسات لإحصائية هى اتجاه عام ، حيث تتأثر الأعداد الحقيقية لحالات المقاومة بحجم الأبحاث الجارى فى كل منطقة ، والفترة الزمنية التى ظهرت فيها نتائج هذه الأبحاث وعموماً .. فإن النتائج المتاحة عن المقاومة لا تعبر تماماً عن جميع حالات المقاومة التى لم يتم تسجيلها .

ثالثاً : بعض التعاريف المستخدمة فى هذا المجال

١ ــ الحساسية Susceptibility

تعرف السلالة الحساسة Susceptible strain (S.S.) ، بأنها تلك السلالة التى يعجز أفرادها عن تحمل تركيزات مرتفعة من المبيد ، ويموت معظمها عند تعرضها لتركيزات منخفضة منه . وتوجد السلالة الحساسة دائماً فى الطبيعة ، وذلك فى المناطق التى لم تعامل من قبل بالمبيد . ولا تحتوى الأفراد الحساسة لأى مبيد على جينات المقاومة له . ولابد من وجود سلالة حساسة قياسية حتى يتم تحديد مستوى مقاومة سلالة لمبيد كيميائى معين .

٢ ــ التحمل Tolerance

ويعنى قدرة الحشرة على تحمل تركيز معين من المبيد دون أن تموت ، وذلك بصرف النظر عن مستوى التركيز . وتحتوى جميع الكائنات الحية على بعض النظم الحيوية التى تعمل على هدم مستوى معين من تركيز المادة الكيميائية . ويتوقف مستوى الهدم على نوع الكائن الحى ، ونوع المادة لكيميائية ، وطريقة التعريض ، وطريقة الفعل . وقد تعتبر هذه وسيلة لقياس أهمية المقاومة الطبيعية ، أو تحمل الأنواع . ولكل نوع من الآفات القدرة على القيام بوظائفه الحيوية بعد أن يتأثر بفعل مبيد معين ، حتى يصل التركيز إلى مستوى معين يتوقف على عمر الحشرة ، الجنس ، الطور المعامل ، نوع المبيد ، طريقة المعاملة ، العوامل البيئية .

ويتحدد مستوى التحمل بعوامل مختلفة ، مثل : قابلية نفاذية الجليد للمبيد ، سهولة امتصاص المبيد خلال القناة الهضمية ، السلوك المؤثر على درجة ملامسة السم ، التفاعلات البيوكيميائية التى تتداخل معها المبيدات الممتصة . كما يختلف التحمل باختلاف الأنواع ولايختلف كثيراً فى الأنواع المتماثلة التى تعيش تحت نفس الظروف الطبيعية . ويلاحظ أن السلالات المعملية تكون أقل تحملاً للمبيد من السلالات الحقلية فى الغالب ، حيث تتعرض الأخيرة لظروف بيئية غير مناسبة تؤدى إلى موت الأفراد الأقل تحملاً ، وبقاء الأفراد القادرة على التحمل ، بينما تربى السلالات المعملية تحت ظروف بيئية نموذجية .

٣ ــ التحمل الفائق Vigor tolerance

وهو يمثل قدرة الحشرة على تحمل تركيز أعلى مما تتحمله السلالة الحساسة . ويرجع التحمل الفائق لسلالة ما إلى تحسين تغذية أفراد السلالة ، أو زيادة فى وزن وحجم الأفراد ، أو تربية سلالة من أفراد استطاعت أن تنجو من ظروف بيئية غير مناسبة . ونتيجة لهذا التعرض تكون للأفراد قدرة عالية على تحمل تركيز المبيد بدرجة أعلى مما تحملته الأجيال السابقة . ومن الجدير بالذكر أن الأفراد ذات التحمل الفائق لاتحوى أى جينات للمقاومة .

٤ ـ المناعة Immunity

قد تورث المناعة فى الحيوان ضد العدوى بالمسببات المرضية من جيل لآخر ، ويطلق عليها المناعة الموروثة Inherited immunity . وهى تشابه فى ذلك مقاومة الآفات لفعل المبيدات ، والتى تورث عن طريق انتقال جين أو جينات خاصة بالمقاومة من جيل لآخر . وقد تكون المناعة مكتسبة Acquired immunity ، وذلك بمعنى أن يكتسبها الفرد أثناء حياته ، وهى تختلف فى ذلك عن المقاومة . ويمكن القول بشكل عام بأن المناعة تعنى العلاقة بين الحيوان والعدوى بالمسببات المرضية ، بينما تعنى المقاومة قدرة الآفة ، أو الكائن الحى على مقاومة فعل مادة كيميائية سامة نتيجة صفات موروثة موجودة به قبل التعرض للمبيد .

٥ ـ المقاومة Resistance

تعرف المقاومة الوراثية بأنها قدرة الكائنات الحية على تكوين سلالات قادرة على الحياة بعد تعرض أجيالها الاولى الحساسة لضغط المبيد الكيميائى . وتعمل الأفراد الحية فى جيل ما على نقل صفة المقاومة إلى الجيل التالى . ومع استمرار التعرض يحدث انتخاب طبيعى للأفراد ، وتزداد صفة المقاومة فى الأفراد ، ويقل ـ فى النهاية ـ تأثير المبيد الكيميائى أو ينعدم تماماً نظراً لزيادة نسبة الأفراد المقاومة وراثيا .

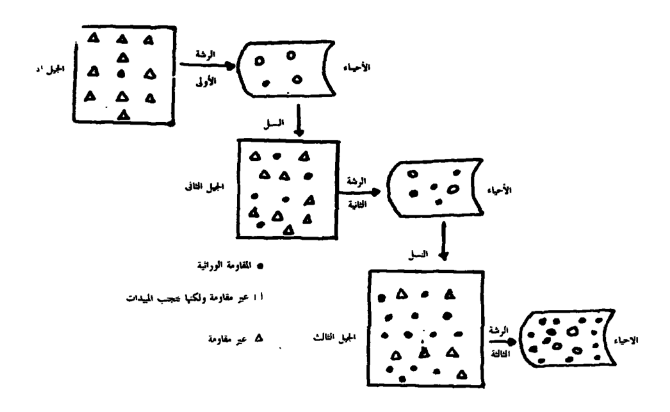
وتعرف السلالة الحشرية المقاومة لفعل مبيد ما (Resistant Strain (R-S ، بأنها تلك المجموعة من الحشرات التى يمكن لمعظم أفرادها تحمل تركيزات عالية من المبيد الكيميائى دون أن تقتل ، وذلك بالرغم من أن هذه التركيزات قاتلة لمعظم أفراد السلالة الحساسة من نفس النوع . ويشترط أن تكون الاجيال السابقة للسلالة المقاومة قد تعرضت من قبل لتركيزات من هذا المبيد ، ونتج عن ذلك قتل عدد كبير من الأفراد الحساسة فى كل جيل ، حتى يصبح معظم أفراد السلالة مقاوماً وراثيا للمبيد بعد عدة أجيال شكل(٢ ـ ٣) .

٦ ـ نسبة المقاومة Resistance ratio

يمكن تمييز السلالة المقاومة عن غيرها من السلالات عن طريق قياس LD_{50} الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من أفراد العشيرة ، لأى سلالة ، ومقارنتها بقيمة LD_{50} للسلالة الحساسة . فإذا زادت قيمة هذا المعيار للسلالة المختبرة عن عشرة أمثال السلالة الحساسة ، فإن هذا يعنى أن هذه السلالة مقاومة (هوسكنز وجوردون ـ ١٩٥٦) . ويعاد النظر فى قيمة هذه النسبة الآن ، حيث يشير معظم علماء التوكسيكولوجى إلى أن قيمة العشرة أمثال ليست كافية لاعتبار السلالة مقاومة . وعموماً .. يمكن تقدير مستوى مقاومة سلالة ما لمبيد معين تبعاً للمعادلة التالية :

$$\text{مستوى المقاومة (Resistance ratio)} = \frac{LD_{50}\ \text{للسلالة المختبرة}}{LD_{50}\ \text{للسلالة القياسية (الحساسة)}}$$

وتعتبر قيمة العشرة أمثال الحد الأدنى للمقاومة . وقد أشار Pradhan عام ١٩٦٠ إلى أن لحساسية ، والتحمل الفائق ، والمقاومة هى ثلاث حالات تختلف عن بعضها فى المعدل ، ولا تختلف فى



شكل (٢ – ٣) : تطور مقاومة الآفة لفعل المبيد الكيميائى (عن Flint & evan de Bosch ــ ١٩٧٧) .

النوع ، أى أنها ثلاث درجات على مقياس واحد ، وذلك لأن الاختلاف بينها يكمن فى نسبة الأفراد المقاومة إلى باقى أفراد العشيرة فى كل حالة .

ولتحديد ظاهرة المقاومة لآفة ما تجاه مبيد معين ، يلزم الحصول على نتائج دقيقة عن نسبة الآفات الحية ، والميتة بعد المعاملة فى مناطق مختلفة ، ثم تجرى تقديرات مؤكدة للمقاومة تحت ظروف المعمل ، وذلك بتعريض العشيرة الحقلية لكميات معلومة من المبيد ، ومقارنتها بالسلالة الحساسة ، ثم دراسة مدى نمو ظاهرة المقاومة مع تتابع الأجيال Dvelopment of resistance بإجراء ضغط انتخابى بالمبيد على الآفة (مجال الدراسة) .

٧ ــ المقاومة السلوكية Behaviouristic resistance

تعنى المقاومة السلوكية التغير فى السلوك التخصصى للأنواع ، أو قدرة النوع على تجنب جرعات سامة من مبيد معين ، لا تستطيع الأفراد الأخرى من نفس النوع تفاديه . ولا تعزى المقاومة السلوكية لتفاعلات بيوكيمائية معينة ، أو إلى فشل المبيد فى النفاذ داخل جسم الحشرة ، بل ترجع أساساً إلى سلوك غير عادى للحشرة يجعلها قادرة على تجنب المبيد الكيميائى . ويعنى ذلك أنه عند

وضع تركيزات مميتة من مبيد معين على أفراد ، تتميز بقدرتها على إظهار المقاومة السلوكية ، فإنها تموت مثلها فى ذلك الأفراد مثل العادية . وتختلف المقاومة السلوكية عن المقاومة الفسيولوجية physiological resistance ، والتى ترجع إلى عوامل وراثية . لذا .. يفضل بعض العلماء إطلاق اصطلاح التجنب السلوكى Behaviouristic avoidance بدلاً من المقاومة السلوكية على أساس أنه لم يحدث أى ضغط انتخابى لأفراد ذات سلوك معين نتيجة لاستعمال المبيد كما فى المقاومة الفسيولوجية . ومن أمثلة التجنب السلوكى .. قدرة بعض سلالات الصرصور الألمانى على تجنب بعض المبيدات نظراً لصفاتها الطاردة ، وقدرتها أيضاً على مقاومة السيالات العصبية التى تقودها إلى البحث عن مناطق مظلمة حينما لا تعامل المناطق المضيئة بالمبيد .

ومن الضرورى التأكد من أن الحشرة تغير سلوكها بسبب مقاومتها لفعل المبيد ، حتى يمكن أن نطلق على هذه الظاهرة المقاومة السلوكية . لذا .. يلزم دراسة السلوك الطبيعى للحشرة قبل استعمال المبيد ، وملاحظة التغير فى السلوك نتيجة المعاملة بالمبيد الكيميائى . ومن الحالات التى لوحظ فيها حدوث تغير فى سلوك الأفراد ، ويعتقد أنها مقاومة سلوكية ملحوظة زيادة نسبة أفراد البعوض خارج المنازل بعد المعاملة بالـ د.د.ت .

٨ ـــ المقاومة المشتركة Cross resistance

يستخدم اصطلاح المقاومة المشتركة فى جميع الحالات التى يجرى فيها ضغط انتخابى بمبيد معين ، ويؤدى ذلك إلى انخفاض حساسية الآفة تجاه مبيد آخر . فقد تظهر السلالة المنتخبة بالمبيد (أ) مقاومة فى نفس الوقت تجاه المبيد (ب) ، مع العلم بأن المبيد (ب) من مجموعة كيميائية أخرى . وعلى الرغم من أن ضغط المبيد (ب) لا يدخل فى عملية الانتخاب . وقد عرف Grayson & Cochran المقاومة المشتركة بأنها حالة تحدث حينما تكون هناك مقاومة لأكثر من مبيد كنتيجة لتعرض الآفة لأحد هذه المبيدات ، وهذا ما يطلق عليه اسم المقاومة المشتركة الحقيقية True-cross resistance ، أو المقاومة المشتركة غير المعقدة Uncomplicated cross-resistance .

أوضح Winteringham & Hewlett العلاقة بين المقاومة الناتجة من التعرض للمبيدات الكلورينية ، والكاربامات ، والمبيدات الفوسفورية العضوية . ففى حالة المبيدات الفوسفورية العضوية تصل المقاومة إلى أقصى مستوى مع مبيدات من نفس المجموعة ويطلق على ذلك المقاومة المشتركة ، كما تظهر الحشرات المقاومة لفعل المبيدات الفوسفورية مقاومة لفعل الـ د.د.ت وبعض الكاربامات .

وتعزى المقاومة المشتركة إلى المقاومة الفائقة للحشرة Vigor resistance ، والناتجة من التغير فى صفة معينة ، مثل : مستوى امتصاص الكيوتيكل Cutaneous absorption ، أو قدرة نفاذية الغلاف العصبى ، أو قد ترجع إلى إمكانية النظم الإنزيمية الخاصة بالمقاومة .

وقد قسمت المبيدات الكيميائية تبعاً لشدة المقاومة المشتركة إلى مجموعات تحتوى كل منها :

عدد من المبيدات الكيميائية . فإذا كانت السلالة الحشرية مقاومة لإحداها ، سهل عليها تكوين مقاومة مشتركة للآخرين من نفس المجموعة . وهذه المجموعات هى :

١ ــ مجموعة الـ د.د.ت ومماثلاته التركيبية مثل : DFDT ، والميثوكسى كلور .
٢ ــ مجموعة المماثلات التركيبية للـ د.د.ت المحتوية على مجموعة النيترو ، مثل : البرولان ، والبيولان .
٣ ــ مجموعة سادس كلوريد البنزين والسيكلودايين ، مثل : التوكسافين ، والكلوردان ، واللندين .
٤ ــ مجموعة المركبات الفوسفورية العضوية .
٥ ــ مجموعة الكاربامات .
٦ ــ مجموعة البيرثرينات ومماثلاته المخلقة (البيرثرويدات) .
٧ ــ مجموعة الثيوسيانات العضوية ، مثل : الليثان .

مع أن التجارب والدراسات الحديثة قد أوضحت أن هذه الحدود ، والمجموعات قد أصبحت كثر اتساعاً .

٩ ــ المقاومة المتعددة Poly or multi — resistance

يجب التمييز بين المقاومة المشتركة والمقاومة المتعددة ، حيث تتم فى الأولى مقاومة الحشرة لفعل المبيد (ب) عند تعرضها له كنتيجة لانتخاب السلالة قبل ذلك بفعل المبيد (أ) . أما المقاومة المتعددة فتحدث حينما تنتخب السلالة بالتتابع أو بالتلازم مع مبيدين ، أو أكثر من مجموعات مختلفة . ويؤدى ذلك إلى أن تصبح السلالة مقاومة لأكثر من نوع من المبيدات .

١٠ ــ الارتباط السلبى للمبيدات Negative Correlated Pesticides

تمثل المقاومة المشتركة حالة ارتباط إيجابى لمجموعة من المبيدات ، وذلك بمعنى أن المقاومة لمبيد معين تحفز ظهور مقاومة مشتركة لمبيد آخر . وعلى العكس من ذلك .. فهناك ظاهرة يطلق عليها الارتباط السلبى للمبيدات ، والتى تعنى أن اكتساب الحشرة لظاهرة المقاومة لفعل مبيد ما يصحبه انخفاض المقاومة ضد مركب آخر ، أى زيادة الحساسية الناتجة عن اكتساب المقاومة (R.I.E.S.) Resistance - induced enhanced susceptibility ، حيث إن مقاومة الذباب المنزلى لمركب Dicaphthan تؤدى إلى انخفاض مستوى مقاومتها لمركب Ronnel ، والعكس صحيح . كما أن السلالة المقاومة لمركب الفينايل ثيويوريا فى حشرة الدروسوفيلا قد أظهرت حساسية تجاه مركب الـ د.د.ت ، بينما كانت السلالة الحساسة له مقاومة لفعل الـ د.د.ت .

١١ ــ ظاهرة انعكاس المقاومة Reversion of resistance

تعنى ظاهرة إنعكاس المقاومة الرجوع إلى الحالة الحساسة أو الاقتراب منها . وتوجد عادة جينات

مقاومة للحشرة للمبيد بمعدل تكرارى منخفض فى العشيرة قبل استعمال المبيد ، ويعزى ذلك إلى التأثير الثانوى الضار لهذه الجينات على الأفراد التى تحملها . وعندما تتعرض هذه الأفراد للمبيد تتمكن من تحمل تركيزات مرتفعة منه ، بينما تقتل الأفراد الحساسة ، وتزداد بذلك نسبة جين المقاومة فى العشيرة . وعند إيقاف إستعمال المبيد لفترة من الوقت تنعكس المقاومة ، وتصبح السلالة حساسة ، وذلك لأن الأفراد المقاومة للمبيد لا تتمتع بأية ميزة عن الأفراد الحساسة بعيدا عن التعرض للمبيد . بل على العكس نجد أن لجين المقاومة تأثيرا ثانويا ضارا فقد يسبب انخفاض القدرة التناسلية للحشرة سواء فى صورة نقص للكفاءة التناسلية ، أو نقص فى حيوية وخصوبة البيض الموضوع . وقد تبقى السلالة مقاومة لفترة بعد إيقاف استعمال المبيد ، وذلك عندما يكون جين المقاومة مرتبطاً بجينات أخرى مفيدة للحشرة . وقد يحدث الانعكاس نتيجة اختلاط أفراد السلالة المقاومة فى الحقل بعد إبعاد المبيد بأفراد حساسة من سلالات أخرى فى المناطق المجاورة غير المعاملة بالمبيد ، وذلك نتيجة لهجرة الحشرات من منطقة لأخرى باستمرار ، وخاصة إذا استبدل المبيد المستعمل بآخر يقتل نسبة كبيرة من الأفراد المقاومة للمبيد الأول .

وقد أظهرت الدراسات بطء انعكاس مقاومة الذباب المنزلى للمبيدات الكلورونية العضوية ، بالمقارنة بسرعة انعكاس مقاومته للمبيدات الفوسفورية العضوية . وبذلك يمكن القول بأن انعكاس المقاومة قد يكون بطيئاً أو سريعاً تبعاً لنوع الحشرة ، والمبيد المستعمل ، ودرجة المقاومة التى وصلت اليها السلالة قبل إيقاف استعمال المبيد ، والتركيب الجينى للأفراد . وقد تنعكس المقاومة لمبيد ما أثناء تعرض السلالة لمبيد آخر ، ويحدث ذلك إذا اختلف الجين المتحكم فى وراثة المقاومة لكل من هذين المبيدين . وإذا لم يكن هناك ارتباط بين هذه الجينات ، أو عدم وجود مقاومة مشتركة بين هذين المبيدين ، مثل : انخفاض مقاومة سلالة الذباب **Chrysomia putoria** للديازينون بعد استبداله بالملاثيون الذى أظهرت الحشرات فيما بعد مقاومة لفعله ، أو اختفاء مقاومة بعوضتى الجامبيا والأنوفيليس للدايلدرين بعد استبداله بالـ د.د.ت .

ويمكن التوصل لسلالة مقاومة يتميز جميع أفرادها بالتماثل بالنسبة إلى جين المقاومة ، وذلك عند إزالة جميع الأفراد الحساسة ، والأفراد ذات التركيب الوراثى المختلط بالنسبة لجين المقاومة ، أو عند تعريض الأفراد للمبيد قبل التزاوج . ولابدأن يتمتع الفرد المقاوم أيضا بالنشاط والخصوبة . ويحتمل الحصول على مثل هذه السلالة فى المعمل لإمكانية التحكم فى هذه الظروف . ولا يحدث انعكاس لمقاومة مثل هذه السلالة المتماثلة إلا إذا حدثت طفرة عكسية تعيد ظهور الجين العادى الناتج من الانتخاب الطبيعى ، إلا أنه لم تظهر مثل هذه الطفرة فى السلالات المقاومة بعد . وإذا تم توريث المقاومة عن طريق عدة جينات ، فإنه يصعب التوصل إلى حالة التماثل بالنسبة لجميع هذه الجينات . وذلك إما بسبب أن درجة المقاومة المرتفعة قد تنتج من وجود عدة تركيبات وراثية من هذه الجينات ، أو لأن التماثل التام للجينات الكثيرة قد يكون ضارا بالفرد ، مما يجعل الحصول على سلالة مقاومة بها عدد محدد متماثل من جينات المقاومة أمراً بعيد الاحتمال .

وهناك بعض الأمثلة على سلالات ظلت مقاومة لمبيد ما حتى بعد تربيتها بعيداً عن المبيدات ، حيث ارتفعت مقاومة الذباب المنزلى فى باليرمو بإيطاليا لمبيدى الكلوردان ، والـ د.د.ت بالانتخاب فى المعمل ، واستمرت هذه السلالة فى مقاومتها للـ د.د.ت لمدة ٤٣جيلاً ، وذلك بعد إيقاف معاملتها بالمبيد فى المعمل . ولا يعنى حدوث انعكاس المقاومة اختفاء جين المقاومة ، حيث يوجد فى بعض الأفراد ولكن بنسبة ضئيلة .وقد تكون هذه النسبة أكثر ارتفاعاً من النسبة التى كان عليها جين المقاومة قبل تعرض أفراد السلالة لهذا المبيد . وقد أظهرت الدراسات أن تعريض الحشرات مرة أخرى للمبيد ، بعد انعكاس المقاومة وتحولها لسلالة حساسة ، يعمل على ظهور المقاومة بمستوى أسرع من تعرضها للمبيد لأول مرة ، أى تكون السلالة بعد انعكاس المقاومة أكثر استعداداً لتصبح مقاومة عن السلالة الحساسة أصلًا . وذلك لأن التركيب الجينى للافراد يكون أكثر استعداداً لقبول جين المقاومة .

١٢ ـــ نمو وتطور المقاومة Development of resistance

وهى تعنى دراسة مستوى المقاومة فى الأجيال المتعاقبة بعد تعرضها لتركيزات معينة من المبيد . ويمكن لسلالة معينة اكتساب المقاومة لمبيد ما ، وذلك بتعريض مجموعة معينة من الحشرات لهذا المبيد فى الأجيال المتعاقبة . وقد وجد أنه تحدث ـــ فى خلال الأجيال الأولى من بدء التعريض ـــ زيادة طفيفة فى قيمة الجرعة المميته النصفية LD_{50} . وباستمرار التعريض تحدث زيادة مفاجئة فى هذه الجرعة . وتتوقف سرعة اكتساب المقاومة على مدى الضغط الذى تتعرض له الحشرات ، حيث تزداد سرعة اكتساب المقاومة إذا استعملت جرعات مرتفعة من المبيد ، فإذا كان الضغط عند مستوى LD_{50} اكتسبت المقاومة بسرعة . وعند استعمال نصف هذه الجرعة تنخفض سرعة اكتساب المقاومة بدرجة كبيرة ، ولا يعنى ذلك أنه ينصح دائماً باستعمال أقصى ضغط ممكن للإسراع فى اكتساب المقاومة فربما يأتى ذلك بنتائج عكسية . ويجب دائماً أن يكون عدد الأفراد الحية المكون للجيل التالى كبيراً ، وذلك حتى تكون فرصة وجود عدد كبير من الجينات ، عاليةفتزداد بالتالى احتمالات وجود الجينات المسئولة عن خاصية المقاومة فى هذه الأحياء

رابعا : وراثة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات

١ ـــ التقسيم الوراثى لظاهرة المقاومة

أوضح Crow عام ١٩٥٨ تفسيرين مختلفين تماماً لتوضيح دور المبيدات فى إظهار الحشرات لظاهرة المقاومة لفعل هذه السموم ، ويمكن الإشارة إلى هذه التفسيرات بإيجاز فيما يلى :

(أ) التأقلم الطفرى Post adaptation

وهى حالة ظهور سلالة مقاومة لمبيد معين كنتيجة مباشرة لاستعمال المبيد نفسه ، وذلك بتأثيره

على الحشرات ، وتكوين طفرات بها . ولا يوجد حتى الآن تفسير مقبول كاف لفعل المبيدات المباشر على إظهار الكفاءة الوراثية للمقاومة .

(ب) التأقلم الطبيعي Preadaptation

وهى حالة ظهور السلالات المقاومة للمبيد بعد تعرض العشيرة Population لهذا المبيد بتركيزات قاتلة ينتج عنها استبعاد الأفراد الحساسة ، وأنتخاب الأفراد المقاومة له ، والتى تحمل الجين ، أو الجينات الخاصة بالمقاومة . وتكون هذه الجينات موجودة أصلاً قبل أستعمال المبيد ، أى أن التراكيب الوراثية المسئولة عن المقاومة موجودة فعلاً فى العشيرة ، ويعمل المبيد كمؤثر انتخابى يرجح ازدياد تكرار التركيب الوراثى المسئول عن المقاومة لهذا المبيد .

وبالنسبة لمقاومة الحشرات والقراد والحلم للمبيدات .. فإنه من المعتقد من نتائج الأبحاث التى أجريت حتىّ الآن أنها حالات تأقلم طبيعى ، وتدعم الدلائل الآتية هذا الرأى :

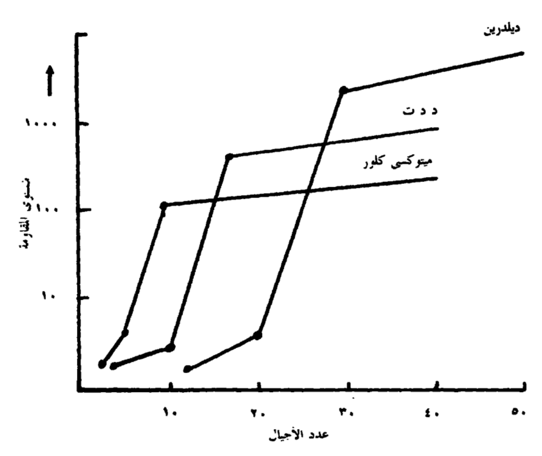
١ ـــ عدم استحداث مقاومة متوارثة باستخدام جرعات غير قاتلة من مبيـــد ما ، وذلك لأن الجرعات القاتلة لا تقضى على أية أفراد من العشيرة ؛ مما يؤدى إلى انتقال جميع التراكيب الوراثية الموجودة فى العشيرة من جيل لآخر دون تغير ، بينما تقضى الجرعات القاتلة على معظم الأفراد الحساسة للمبيد ، مما ينتج عنه انتقال التراكيب الوراثية المقاومة للمبيد إلى الجيل الثانى .

٢ ـــ عدم إمكان انتخاب فى سلالة نقية متماثلة Homogenous ، وذلك لاستحداث مقاومة متوارثة لمبيد معين ، وذلك لأن السلالة النقية تحتوى على تركيب وراثى متماثل . لذا .. فهى تفتقر إلى التباين الوراثى ، أو عدم التجانس Heterogenity اللازم توافره فى إجراء الانتخاب بغرض تحسين صفة معينة .

٢ ـــ الانتخاب Selection

الانتخاب هو العملية المباشرة المسببة لظهور السلالات المقاومة ، فالمبيد يعمل على قتل الأفراد الحساسة ، بينما تنجو الأفراد المقاومة . وباستمرار تعرض الأجيال للمبيد يستمر الانتخاب ، وتتكون سلالة مقاومة ، وتزداد درجة مقاومتها باستمرار تعرضها لتركيزات قاتلة من المبيد .

إذا مثلت قيم LD_{50} للأجيال المتتالية مع استمرار الانتخاب برسم بيانى ، ينتج منحنى على شكل حرف (S) كما فى شكل (٢ - ٤) ، الناتج من انتخاب مستمر لسلالات الذباب المنزلى المقاوم لمجموعة من المبيدات المختلفة . ففى الأجيال الأولى من الانتخاب تكون الزيادة فى قيمة ال LD_{50} بطيئة ، وتصبح الزيادة بعد ذلك سريعة ، وتظهر سلالة شديدة المقاومة . وباستمرار الانتخاب بعد ذلك تكون الزيادة بطيئة جدًا ، أو تثبت درجة المقاومة .



شكل (٢ ــ ٤) : التغير فى مستوى المقاومة مقدرة على أساس LD_{50} مع زيادة عدد الأجيال المعرضة للانتخاب

ويعتقد ميلانى أن الفترة الأولى من الانتخاب تمثل فترة التحضير التى تتجمع فيها الجينات المحورة Modifiers ، وتستبعد فيها الجينات غير الملائمة ، ويستعد التركيب الجينى للفردلتقبل جين المقاومة . وفى أثناء الانتخاب للمقاومة قد تنتخب عوامل ، أو صفات مفيدة للأفراد ، مثل : زيادة حجم الفرد ، أو تغيير فى تركيب وسمك الكيوتيكل ، وكمية ونوع الدهن ، وغيرها من العوامل المؤثرة على درجة مقاومة الأفراد للمبيد . وقد يحدث أن يتوقف الارتفاع المستمر فى درجة المقاومة بالرغم من استمرار الانتخاب بالمبيد ، فتتكون هضبة Plateau كما فى شكل (٢ ــ ٤) ، وذلك للوصول لسلالة أفرادها مقاومة ، وتكون فيها جينات المقاومة فى صورة متماثلة Homozygous . وهناك أمثلة لهذه الحالة تحت ظروف المعمل ، ولكن يتم توقف الانتخاب بالمبيد فى الطبيعة واستبداله بمبيد آخر فى الغالب . وينتج مثل هذا التأثير أيضاً إذا كان جين المقاومة ذا تأثير قاتل ، أو ضار فى الصورة المتماثلة ، إذ تستبعد الأفراد التى تحمله فى هذه الصورة ، وتبقى الأفراد المقاومة التى تحمله فى صورة مختلفة Heterozygous .

٣ ــ العوامل المؤثرة على سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد

تختلف سرعة تكوين السلالة المقاومة لمبيد باختلاف نوع المبيد المستعمل فى عملية الضغط الانتخابى ، ونوع الحشرة المعرضة للمبيد . ويرجع ذلك إلى مجموعة من العوامل الوراثية ، هى :

(أ) القدرة النسبية على التنافس لكل من السلالة المقاومة والحساسة

من المتوقع أن يكون لجين المقاومة تأثير ضار على الحشرة فى عدم تعرضها للمبيد ، ولذلك تظل نسبته ضئيلة فى الحشرة حتى يستعمل المبيد ، فيزداد تكراره لأنه فى هذه الحالة يضيف للحشرة صفة مميزة وهى مقاومتها للمبيد . ولقد لوحظ انعكاس المقاومة . فى عدم وجود المبيد فى العديد من التجارب . وهناك من الأمثلة الدالة على انخفاض مستوى خصوبة Fertility الأفراد المقاومة . ولم يظهر أى فرق واضح فى حالات أخرى بين السلالة الحساسة والسلالة المقاومة ، فلم تظهر فروق ثابتة بين سلالات الذباب المنزلى الحساس ، ومعظم السلالات المقاومة فى إنتاج البيض ، أو نسبة الفقس ، أو طول فترة الطور اليرقى ، أو العذرى ، أو أوزان العذارى ، أو طول فترة حياة الحشرة الكاملة .

(ب) عدد جينات المقاومة ودرجة السيادة

كلما زاد عدد جينات المقاومة ، انخفضت سرعة تكوين المقاومة ، وذلك لطول فترة تجمع هذه الجينات . فوجود جين المقاومة لمبيد ما فى العشيرة قبل تعرضها للمبيد لا يعنى ضرورة وجود الفرد المقاوم ، وذلك لأن جين المقاومة قد يوجد فى صور غير متماثلة . فإذا كان جين المقاومة متنحيًّا Recessive ، كان الفرد الذى يحمل هذا الجين فى الصورة غير المتماثلة فرداً حساساً . وباستعمال المبيد .. يقتل مثل هذا الفرد مع باق الأفراد التى لا تحمل جين المقاومة . أما إذا كان الجين ذا سيادة غير تامة Partial dominance ، فسوف تنمو نسبة من الأفراد التى تحمل جين المقاومة فى صورة غير متماثلة . وتتوقف هذه النسبة على تركيز المبيد المستعمل ، ودرجة السيادة . أما إذا كان الجين ذا سيادة تامة Complete dominance ، فإن الفرد الذى يحمله فى صورة غير متماثلة يكون مُقاوماً . ويصعب الوصول فى هذه الحالة إلى سلالة تتميز أفرادها بالتماثل التام من حيث جين المقاومة ، وذلك لأن للأفراد غير المتماثلة نفس درجة المقاومة للمبيد ، والتى للأفراد المقاومة المتماثلة Homozygous بالنسبة لجين المقاومة . لذا .. تنجو جميع الأفراد غير المتماثلة عند استعمال المبيد ، وكذلك الأفراد المتماثلة فى جين المقاومة ، فيستمر جين الحساسية فى الوجود . وعموماً .. كلما زادت درجات سيادة جين المقاومة ، كان الوصول إلى المقاومة أسرع ، وذلك بالضغط الانتخابى للمبيد .

(جـ) تكرار جين المقاومة قبل تعرض العشيرة

كلما زاد تكرار جين المقاومة Frequency وزادت نسبة الأفراد التى تحمله فى العشيرة قبل تعرضها للمبيد ، كان نجاح الانتخاب أكبر فى الوصول إلى سلالة مقاومة بسرعة . وقد أظهرت الدراسات أن نسبة أفراد بعوض الجامبيا التى تحمل جين المقاومة لمبيد الدايلدرين تبلغ حوالى ٦٪ ، وذلك فى منطقة لم تعامل بالمبيد فى نيجيريا . بينما بلغت نسبة الأفراد المقاومة المتماثلة العوامل فى المنطقة المعاملة بحوالى ٩٠٪ . وقد أوضحت الدراسات أن جين المقاومة للدايلدرين منتشر نسبيًّا فى سلالات البعوض التى لم يسبق تعرضها للمبيد . وقد يفسر ذلك سرعة تكوين السلالات المقاومة بعد تعرض البعوض للدايلدرين .

(د) حجم العشيرة

كلما زاد حجم العشيرة التى تتعرض للانتخاب باستعمال مبيد معين ، زاد احتمال وسرعة تكوين سلالة مقاومة لهذا المبيد ، وذلك نظراً لزيادة احتمال وجود جين ، أو جينات المقاومة فى الأعداد الكبيرة ، وزيادة عدد الأفراد التى تحمله . وبذلك فإن عدد الأفراد فى العشيرة التى تتعرض للإنتخاب يؤثر على نجاح الانتخاب فى تكوين سلالة مقاومة لمبيد معين . وفى حالة صغر حجم العشيرة ينخفض مدى التباين الوراثى ، ويكون تأثير الانتخاب أقل . كما يؤدى انخفاض تعداد العشيرة إلى فشل تكوين سلالة مقاومة منها داخل المعمل ، وذلك لغياب أو احتمال فقد الجين الخاص بالمقاومة أثناء الضغط الانتخابى .

(هـ) شدة الضغط الانتخابى

تعتمد سرعة تكوين سلالة مقاومة لمبيد ما على شدة الانتخاب . وعموماً .. يمكن القول بأنه كلما زاد شدة الانتخاب ، زادت نسبة الأفراد التى تقتل فى كل جيل ، ويؤدى ذلك إلى سرعة ظهور السلالة المقاومة ، ويحدث هذا بحد معين . فإذاً زادت شدة الانتخاب عن هذا الحد ، فقد تفشل عملية الانتخاب إما لفقدان جين المقاومة نتيجة إنخفاض عدد الأفراد التى تنجو عقب استعمال المبيد وفقدان كثير من التباين الوراثى ، أو للانخفاض الشديد فى خصوبة الأفراد التى تحمل الجين . وقد لاحظ King عام ١٩٥٤ سرعة انتخاب سلالة من ذبابة الدروسوفيلا بال د.د.ت ، مع استعمال جرعة منخفضة LD_{50} مقارنة بنفس المبيد مع استعمال جرعة عالية LD_{95} . وهذا لا يعنى أن الانتخاب الشديد لا تنتج عنه سلالة مقاومة ، فهناك حالات فيها الانتخاب عند مستوى مرتفع جدا LD_{98} ، ونجحت فى تكوين سلالة مقاومة .

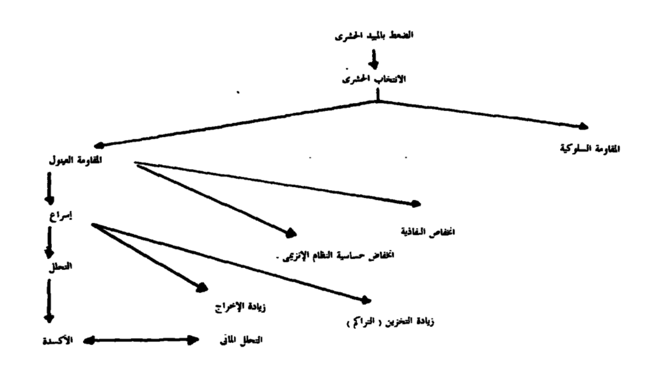
(و) الطور المعرض للانتخاب

تختلف سرعة تكوين السلالة للمقاومة لمبيد ما بواسطة الانتخاب باختلاف طور الحشرة المعرض للمبيد . فقد وجد أن الـ د.د.ت يتمتع بقدرة أكبر على انتخاب السلالة المقاومة ، وذلك إذا وجد فى غذاء اليرقات مقارناً بوجوده مترسباً على الأسطح التى يقف عليها الطور الكامل من الذباب المنزلى . وقد يتسبب الضغط اليرقى فى إنتاج طور كامل مقاوم ، ويرقات مقاومة أيضاً . إلا أن مقاومة الحشرة الكاملة تكون أكبر عندما يتم الانتخاب عليها وحدها بالمقارنة بإجراء الانتخاب على الطور اليرقى ، أو الطور اليرقى والحشرة الكاملة معاً . كذلك أدى الضغط اليرقى لبعوض الأيدس إلى تكوين درجة مقاومة فى اليرقات للـ د.د.ت أكبر مما حدث من ضغط طور الحشرة الكاملة .

خامساً : العوامل البيوكيميائية المسببة للمقاومة

Biochemical factors of insect esistance

يمكن توضيح أسباب مقاومة الحشرات لفعل المبيدات فى الشكل التخطيطى (٢ــ٥) .



شكل (٢ ــ ٥) : أسباب مقاومة الحشرات لفعل المبيدات .

تتحكم العوامل الوراثية فى المقاومة الفسيولوجية . وبصفة عامة .. فإن نفس نفاذية المبيد خلال الكيوتيكل ، أو تراكم السم فى الأعضاء ، مع انخفاض مستوى التمثيل قد لا يعتبر عاملاً أو سبباً رئيسيا فى مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، خاصة الفوسفورية العضوية . وقد أثبت العالم Sawicki أن عامل تأخر حدوث النفاذية Penetration-delaying factor يعطى ، منفرداً ، مقاومة ضعيفة للذباب المنزلى عند تعرضه للديازينون ، وعند خلطه مع عامل فقد الإيثيل Desethylating Factor .

تزداد المقاومة لفعل عديد من المركبات الفوسفورية العضوية ، بالمقارنة بفعل العامل الخاص لفقد الإيثيل منفرداً ، مما يوضح التداخل الكامل بين العاملين فى اتجاه رفع مستوى المقاومة . ومن المحتمل أن يبطىء عامل تأخر حدوث النفاذية من دخول مركبات الثيونات بمعدل أكبر من دخول مركبات الأوكسونات القابلة . وترجع زيادة إفراز المبيد لزيادة مستوى التمثيل ، وقد لا تكون سبباً للمقاومة .

قد ترجع تقنيات المقاومة Mechanism of resistance إلى أسباب بيوكيميائية . فمن المعروف أن المبيد يقتل الآفة نتيجة تداخله مع النظام الحيوى الحساس Sensitive mechanism (SM) اللازم لحياة الآفة . وعموماً .. قد يكون النظام الحساس للمبيد بسيطاً نسبيًّا ، وقد يكون غاية فى التعقيد . ويؤثر المبيد الكيميائى على النظام الحساس فى اتجاهين ، هما :

١ ــ إضافة نظام واق Protective mechanism (PM) يعمل على منع التداخل بين المبيد ، والجهاز الحساس إلى حد ما .

٢ ــ تغيير أو إحلال النظام الحساس ببعض نظم أخرى غير حساسة لا تتأثر بالمبيد Insensitive mechanism (IM) .

وعموماً .. يمكن استعراض الأسباب البيوكيميائية للمقاومة فيما يلي :

١ ــ نظم السلوك Behaviour patterns

يعتبر النظام الواقى نظاماً سلوكيا تستحدثه الحشرة لحماية نفسها من ملامسة المبيد . ففى سلالات الحشرة القشرية الحمراء المقاومة لغاز حمض الأيدروسيانيك ، تطول فترة إغلاق الثغور التنفسية (٣٠ دقيقة بالمقارنة بدقيقة واحدة فى السلالة الحساسة) ، ويعتقد أن إطالة فترة إغلاق الثغور التنفسية نظام يمكن الحشرة من مقاومة فعل الغاز . وبالرغم من فشل الدراسات المتقدمة فى تأكيد هذا الدور ، إلا أنها أوضحت أن جهاز قفل الثغور قد لا يكون العامل الهام فى المقاومة ، وقد تكون سرعة التخدير الوقائى Protective stupefaction فى سلالات الحشرة المقاومة للغاز هى إحدى نظم السلوك ، ولكن ذلك لم يتضح بشكل قاطع حتى الآن . وهناك العديد من الاقتراحات التى لم تحظ بتأييد كاف تشير إلى أن الحشرات المقاومة تكون أكثر تجنباً للمبيد ، أو قد يحدث لها تخدير بفعل المبيد ، أو تمتنع عن هضم ، أو ملامسة المبيد . وعموماً .. يمكن اعتبار هذا العامل صورة من المقاومة السلوكية دون أن يندرج تحت المقاومة الفسيولوجية (الوراثية) الكاملة .

٢ ــ انخفاض مستوى نفاذ المبيد داخل الحشرة Reduced penetration (Impermeabiliity)

يعتبر التغير فى سمك ، أو نفاذية الجليد بما يقلل من دخول المبيد داخل جسم الحشرة الاحتمال الثانى للنظام الوقائى . فعندما تلامس الحشرة مبيد ما يكون مستوى نفاذ المبيد إلى داخل الجسم بطيئاً ، وتكون فرصة الحشرة فى التخلص من المبيد أكبر ما يمكن سواء بإفرازه خارج الجسم ، أو بتمثيله إلى مركبات غير سامة ، ويصبح تركيز المبيد الذى يصل للهدف غير كاف لإبطال فعل ، أو دور النظام الحساس ، فيفشل فى قتل الحشرة . ومن المعروف أن التصلب السميك ، والغليظ لجليد الحشرة يعتبر أحد أسباب مقاومة الحشرة لفعل المبيد عن ملامستها له ، إذ لوحظ أن هناك ارتباطاً إيجابيا بين مقاومة الحشرة للبيرثرينات ، وزيادة سمك الجليد . كما أنه من المعروف أن المقاومة الطبيعية العالية للنطاطات ضد الـ د.د.ت تكون نتيجة فشل المركب فى النفاذية السريعة خلال الجليد ، أو القناة الهضمية بينما يكون الـ د.د.ت ساما جدا لهذه الحشرات عند معاملته حقناً فى الدم . كذلك ترجع المقاومة العالية ليرقات خنافس الحبوب Trogoderma granarium إلى فشل الـ د.د.ت فى اختراق الجليد ، وقد يعزى ذلك إلى أن طبقة الشمع لا تذيب هذا المركب . ولم تتأكد بعد النظرية التى تفسر مقاومة الذباب المنزلى للـ د.د.ت خلال جليد كل من السلالة

..ومه ، والسلالة الحساسة للذباب المنزلى . وعند معاملة جرعات عالية من الـ د.د.ت ضد سلا
الذباب المنزلى ذات المقاومة العالية ، فقد يصبح معدل النفاذية العامل المحدد ، حيث تظل كميات
كبيرة من المبيد خارج الجلد دون امتصاص . وتشير نظرية أخرى إلى أن قد ترجع مقاومة الـ د.د.ت
جزئيا إلى انخفاض نفاذية ، وتوزيع الـ د.د.ت ، وقد أعيد تأكيد هذه النظرية فى الدراسات الحديثة

٣ ـ انخفاض حساسية النظام الإنزيمى
Decreased sensitivity of the enzyme system

عند اختلاف السلالة المقاومة عن الحساسة فى درجة تأثر الجهاز الحساس بالمبيد ، بحيث تكون
السلالة المقاومة أقل حساسية ، أو تأثراً بالمبيد ، فإن ذلك يعنى أنه إذا وجد تركيز قاتل داخل جسم
السلالتين ، فإن السلالة ذات الجهاز الأقل حساسية سوف تتمكن من تحمل هذا التركيز ، بينما
لا تتحمله السلالة الحساسة لشدة حساسية النظام الإنزيمى بها ، مما يؤدى إلى موت هذه السلالة

ومما يؤكد أهمية انخفاض حساسية النظام الإنزيمى (الجهاز الحساس) ، أن الذباب المنزلى المقاوم
للـ د.د.ت يحتوى فى الغالب على كمية من المبيد داخل جسمه ، دون أن تظهر عليه أعراض
التسمم ، بينما نجد أن نفس التركيز من المبيد يؤدى إلى موت الذباب الحساس . وفى تجارب على
العنكبوت الأحمر Tetranychus urticae .. لوحظ وجود تغير فى صفات المادة الخاضعة للإنزيم
بالسلالة المقاومة من نوع Lever kusen . كما وجد فى سلالتين مقاومتين من نوع Newzealand أن جين
المقاومة يحدد تركيب ، أو جزء من تركيب إنزيم الكولين إستريز ، وأن الإنزيم المتحور أو المستبدل
يؤدى إلى نقص فى حساسية العنكبوت الأحمر تعطى الحيوان الوقت الكافى لتكسير المبيد .

وعموماً .. يمكن القول بأن انخفاض حساسية النظام الحيوى الحساس يعتبر نوعاً من النظم الواقية
للحشرة . ومع ذلك تشير بعض الدراسات إلى ندرة حدوث طفرات تحول النظام الحيوى الحساس
إلى نظام غير حساس ، حيث إن حساسية إنزيم الكولين إستريز فى الذباب المنزلى المقاوم للمركبات
الفوسفورية تعادل حساسيته فى الذباب المنزلى الحساس .

٤ ـ زيادة تركيز المادة الأساسية للجهاز الحساس Highers M concentration

يتطلب وجود تركيزات مرتفعة من المادة الأساسية للنظام الحيوى الحساس استخدام كميات
أكبر من المبيد ، حتى يظهر التأثير القاتل . ويقصد بالنظام الحيوى الحساس تلك الأجهزة ، أو النظم
الحيوية التى يؤدى تأثرها بالمبيد إلى ظهور أعراض التسمم على الحشرة . وقد تحدث تغيرات نوعية
فى هذه الأجهزة تؤدى إلى حاجة الحشرة لكميات أكبر من المبيد ، حتى يظهر فعله السام . ومن
الأمثلة على ذلك .. ارتفاع مستوى إنزيم السيتوكروم أوكسيديز Cytochrome oxidase فى سلالة
الذباب المنزلى المقاوم للـ د.د.ت بمقدار مرة ونصف أعلى من السلالة الحساسة ، وارتفاع مستوى
إنزيم الكولين إستريز فى بعض السلالات المقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية (العنكبوت

لأحمر) بالمقارنة بالسلالات الحساسة . ومن جهة أخرى لم تلاحظ أية فروق فى كمية أو نوع إنزيم الكولين إستريز بين السلالات الحساسة ، والمقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية من الذباب المنزلى ، أو بعوض الكيولكس .

٥ ــ وجود مستويات عالية من النظم الحساسة الثانوية

Higher levels of secondary biocemical mechanisms

ويعنى ذلك زيادة كمية بعض النظم الحيوية التى لا تتأثر مباشرة بالمبيدات . فالتأثير الأولى لمركب الـ د.د.ت على الجهاز العصبى غير معروف على وجه الدقة ، بينما يتلخص التأثير الثانوى فى زيادة إثارة الحشرة Hyper excitation ؛ مما يؤدى لحدوث انقباضات عضلية عنيفة Muscular Convulsions ، فتستهلك الحشرة المعاملة بالمبيد كميات كبيرة من الأكسجين . ومن ثم نجد أن الزيادة فى نشاط إنزيم السيتوكروم أوكسيديز Cytochrome Oxidase ، فى سلالة الذباب المنزلى المقاوم للـ د.د.ت ، قد تحمى الحشرة من التأثير القاتل للمبيد ، وذلك لارتباط زيادة تركيز هذا الإنزيم برفع كفاءة الحشرة فى استخلاص الأكسجين . ويوضح هذا المثال أن ارتفاع مستوى نشاط النظام الحيوى الثانوى قد يعمل على رفع قدرة الحشرة فى التغلب على التأثير الأولى للمبيد على الجهاز العصبى .

٦ ــ قيام نظم حيوية غير حساسة بوظيفة نظم حيوية حساسة

«By- Passing» of on SM by anIM

إذا كان هناك جهازان حيويان أحدهما حساس ، والآخر غير حساس ، ويقوم كلاهما بنفس العمل داخل جسم الحشرة ، فعند إجراء العمليات الحيوية خلال النظام غير الحساس بمستوى أعلى من النظام الحساس تصبح الحشرة مقاومة لفعل المادة السامة .

وخير مثال على ذلك وجود ثلاثة نظم أساسية رئيسية مسئولة عن استخلاص الأكسجين أثناء عملية التنفس ، وهى إنزيمات السيتوكروم التى تحتوى على الحديد ، وإنزيمات الأوكسيديز التى تحتوى على النحاس ، وإنزيمات الأوكسيديز التى تحتوى على الفلافوبروتين . وتمنع بعض السموم مثل : غاز سيانور الأيدروجين HCN ، وثانى كبريتور الكربون عمل الإنزيمات التى تحتوى على معادن الحديد والنحاس ، ولكنها لا تثبط فعل الإنزيم المحتوى على الفلافوبروتين . وقد لوحظ أن طور العذراء فى حشرة Platysamia cecropia يقاوم بشدة فعل غاز السيانيد لانخفاض مستوى الإنزيمات المحتوية على المعادن فى هذا الطور ، مع قيام إنزيم الفلافوبروتين أوكسيديز بالدور الرئيسى فى عملية التنفس . أما بقية أطوار الحشرة فهى حساسة لغاز HCN نظراً لأنها تعتمد على إنزيمات التنفس المحتوية على معادن .

٧ ــ زيادة مستوى تخزين المبيد (المتراكم) Increased storage (accumulation)

كلما زادت قدرة الحشرة على تخزين كمية من المبيد ، أو أحد نواتج تمثيله السامة فى أنسجة غير حساسة ، انخفضت الكمية الواصلة من المبيد للجهاز الحساس ، وتمكنت الحشرة بالتالى من تحمل تركيز أعلى من الحشرة التى لا يمكنها تخزين المبيد ، أو أحد نواتج تمثيله . وتزيد كمية المبيد داخل الجسم ــ فى بعض الحالات ــ إلى مستوى لا يمكن تخزينه ، وبذلك تصل الزيادة إلى الجهاز الحساس ، وتؤدى إلى موت الحشرة إذا كانت كافية . ويحدث التخزين غالباً فى الأجسام الدهنية للحشرة ؛ لذا تؤدى زيادة درجة ذوبان المبيد فى الدهون إلى زيادة معدل التخزين من جهة ، وخفض كمية المبيد التى تصل للجهاز الحساس من جهة أخرى . وعلى هذا الأساس وضعت نظرية التوزيع Distribution theory ، أو نظرية الحاجز الدهنى Lipid barrier theory ، والتى تفترض حدوث بعض التغييرات الكمية والنوعية فى الأنسجة الدهنية للحشرات المقاومة ، بما يؤدى إلى زيادة الكمية المخزنة من المبيد فى هذه الأنسجة ، وبالتالى لاتصل إلى الأماكن الحساسة من جسم الحشرة .

ولقد تمكن وايزمان عام ١٩٥٧ من رفع درجة تحمل الذباب المنزلى للـ د.د.ت عن طريق الحقن بزيت الزيتون ، مما زاد من قدرة الحشرة على التخزين . وعلى العكس .. تمكن الباحث من رفع مستوى حساسية الذباب للمبيد عند حقنه بإنزيم الليبيز الذى يحلل الدهون ، فانخفضت كمية الـ د.د.ت الذائب فى الدهن ، والمخزن بها .

مما سبق .. يتضح أن تخزين المبيد ، أو أحد نواتج تمثيله السلهة فى أنسجة غير حساسة فى جسم الحشرة يقلل من كمية المبيد التى تصل للجهاز الحساس ، ويصبح الجسم بذلك قادراً على هدم الكمية الباقية ، وتحويلها إلى مركبات أقل سمية ، ثم طردها خارج الجسم . وعموماً .. لا يمكن اعتبار التخزين العامل الوحيد المسئول عن مقاومة الحشرة لفعل المبيد ، ولكن هناك العديد من العوامل الحيوية الأخرى فى هذا السبيل .

٨ ــ سرعة إفراز المبيد خارج الجسم Increased excretion

تشير الدراسات إلى إمكانية نفاذ تركيز مميت من المبيد ، ووصوله داخل جسم الحشرة . وعلى الجانب الآخر يتم إفراز معظمه خارج الجسم بسرعة ، فتكون كمية المبيد التى تصل إلى الجهاز الحساس غير كافية لإحداث القتل . وقد لوحظ أن الصرصور الأمريكى يطرد مبيد الديميتان Dimetan على صورته الأصلية دون أى تغيير إلى خارج الجسم . وخير مثال على تمثيل المبيد ، وتحويله إلى مركبات أخرى معاملة يتم طردها خارج الجسم ، ما حدث بعد ٢٤ ساعة من المعاملة السطحية لسلالة الذباب المنزلى المقاوم لمبيد الديلان Dilan (خليط من البرولان والبيولان) بمركب البرولان ، حيث تم امتصاص نصف تركيز البرولان المستخدم ، ولم تتبق فى جسم الحشرة سوى كمية ضئيلة من المركب ، بينما وجدت كميات كبيرة من مركبين سامين فى براز الذباب ، أحدهما يشابه البرولان

فى خواصه الكيميائية ويقاربه فى سميته ليرقات البعوض ، والآخر يختلف عن البرولان كما أنه أقل سمية . وكان تواجد هذين المركبين بنسبة ٧٥٪ و٩٤٪ من تركيز البرولان على التوالى . وعند تعريض يرقات بعوض الأيبدس Aedes aegypti للـ د.د.ت بتركيز جزء/ المليون ، وقامت الحشرة بمجابهة السم حيث أفرزت القناة الهضمية الغشاء حول الغذائى Peritrophic membrane ، وازداد فى الطول ، حيث وصل إلى ٣ مم ، بينما يبلغ طول الغشاء فى اليرقات العادية حوالى ٠,٥ مم . ويتم طرد الغشاء المحتوى على الـ د.د.ت إلى خارج الجسم . وتعتبر هذه الوسيلة هامة فى تخلص الحشرة من السم .

٩ ــ نظم إبطال مفعول السم Detoxication mechanisms

بعد دخول المبيد جسم الحشرة ، فإنه يتعرض لمجموعة من التفاعلات الحيوية المختلفة ، يعمل معظمها على تحويل المبيد إلى مركب أقل سمية ، أو عديم السمية للحشرة (تحول هدمى) ، وقد تحوله إلى مركب يسهل على الحشرة طرده من الجسم . وفى حالات قليلة .. قد يتحول إلى مركب أكثر سمية (تحول تنشيطى) . وقد ثبت من الدراسات أن من أهم العوامل المسببة لمقاومة الحشرات لمعظم المبيدات ، تلك التفاعلات الإنزيمية التى تغير جزىء المبيد بعد دخوله الجسم بسرعة ، وتحوله إلى مواد غير سامة . وهى تعتبر من أهم نظم إبطال مفعول السم Detoxication mechanisms ، بحيث تكون النتيجة النهائية فشل المبيد فى الوصول إلى الهدف بالتركيز القاتل . ومن المتوقع وجود هذه الأجهزة طبيعيا فى الحشرات ، وذلك لحمايتها من المواد الكيميائية السامة .

وقد قيم Winteringham عام (١٩٦٢) نتائج بعض الدراسات التى أظهرت فروقاً واضحة فى معدل إبطال مفعول السم بين الحشرات العادية والمقاومة ، حيث كان هذا المعدل أعلى فى السلالات المقاومة عنه فى الحساسة . وقد ذكر هذا الباحث أيضاً أن معدلات نشاط العمليات الحيوية كالتمثيل مثلاً تعتمد أساساً على الحالة الصحية للحشرة ، فعند معاملة حشرة مقاومة ة وأخرى عادية بجرعات متساوية من المبيد ، فمن المتوقع انخفاض معدل حدوث التمثيل داخل الحشرة العادية نتيجة لحساسيتها ، بينما لا يتأثر معدل تمثيل المبيد كثيراً فى الحشرة المقاومة . وبناءً على ذلك .. يمكن استنتاج أن زيادة معدل إبطال مفعول السم فى الحشرات المقاومة ، بالمقارنة ، بالعادية قد تكون نتيجة لظاهرة المقاومة وليس سبباً لها . وفيما يلى أهم الإنزيمات الهادمة للمبيدات :

(أ) الإنزيمات الهادمة للـ د.د.ت DDT-detoxifying enzymes

لوحظ أن مقاومة الذباب المنزلى للـ د.د.ت يتحكم فيها ثلاثة جينات على الكروموسوم الثانى ، وجين مفرد على الكروموسوم الخامس ، ويتحكم الأخير فى تكوين إنزيم DDT dehydrochlorinase ، الذى يعمل على إزالة جزىء كلوريد الأيدروجين من الـ د.د.ت . ولا يوجد هذا الإنزيم فى طور لبيضة ، أو الأعمار اليرقية الأولى ، وإنما يظهر بعد ذلك ، ويزداد فى المستوى خلال طور اليرقة ، ويصل لأقصاه فى طور العذراء . ويستمر هذا الإنزيم فى الثبات خلال السبعة أيام الأولى من طور

الحشرة الكاملة . ويتوزع هذا الإنزيم فى أنسجة الحشرة الكاملة ، كما يتركز أساساً فى الأجسام الدهنية ، والجهاز العصبى المركزى ، والجلد ، والهيموليف ، والعضلات على الترتيب . ويكون الإنزيم النقى عبارة عن جلوبيولين ، وزنه الجزيئى أقل من ٨٠٠٠٠ . ويحتاج الإنزيم إلى مادة الجلوتاثيون Glutathion كعامل مساعد فى تحويل الـ د.د.ت إلى DDE . كما وجد أن الأيونات المعدنية التى تربط مجموعة (SH) ، أو المركبات التى تربط المعادن لا تثبط نشاط الإنزيم . وتبلغ درجة الحموضة الملائمة لنشاط الإنزيم ٧,٤ . ومن الجدير بالذكر أن نشاط الإنزيم على ممثل DDD يبلغ ٤ أمثال نشاطه على الـ د.د.ت .

بينما ترجع الطريقة الثانية لفقد سمية الـ د.د.ت فى الحشرات إلى حدوث عملية هيدروكسلة لذرة الكربون فى الوضع ألفا ، وتتكون عنها مركبات الكلثين وهو مبيد أكاروسى فعال . وقد لوحظ حدوث هذا النظام من التفاعلات التى تؤدى إلى فقد السمية فى معظم الحشرات ، مثل : الصرصور الأمريكى ، والألمانى ، وذبابة الدروسوفيلا . ويتبع الإنزيم المسئول عن عملية الهيدروكسلة مجموعة الأوكسيديز التى تحتاج إلى وسيط $NADPH_2$ وجزىء أكسيجين ، والماغنسيوم Mg^{++} ، والنيكوتين أميد Nicotinamide . ويتركز هذا الإنزيم فى المستخلصات الميكروسومية .

(ب) الإنزيمات الهادمة للمبيدات الفوسفورية O.P.detoxifying enzymes

تتحكم النظم الوراثية فى تقوية وتنشيط إنزيمات التحلل المائى ، وهى ما يطلق عليها بالمقاومة الفسيولوجية . وهى من أهم النظم الميكانيكية التى تسبب مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الفوسفورية العضوية . ويعتبر الحامض القوى الناتج من التحلل المائى للمبيد مثبطاً ضعيفاً لإنزيم الكولين إستريز ، وذلك لوجود الشحنة السالبة القوية التى تضعف من صفات ذرة الفوسفور المحبة للإلكترونات ، فتقلل من قدرة فسفرة الإنزيم . وهناك علاقة عكسية بين مستوى الأكسدة والتحلل المائى ، وذلك فيما يختص بتحديد مستوى سمية المبيد . وتعتبر هذه العلاقة مقياساً لدرجة مقاومة الحشرة لفعل المبيد الفوسفورى ، وتتمثل فى المعادلة التالية :

$$\frac{I}{T} \equiv R = \frac{\text{Enzymatic hydrolysis (Detoxication)}\ \text{التحلل الإنزيمى}}{\text{Enzymatic oxidation (Activation)}\ \text{الأكسدة الإنزيمية}}$$

وتختلف هذه النسبة خلال أطوار الحشرة فى السلالات الحساسة . وعلى سبيل المثال .. يؤدى النقص فى الأجسام الدهنية فى أطوار معينة إلى إنخفاض نشاط النظام الميكانيكى للأكسدة ، والذى يوجد فى هذه الأجسام الدهنية مع زيادة فى نظم التحلل المائى المسئولة عن فقد السمية . وعليه .. تلزم معاملة المبيد الحشرى فى الطور الحساس للآفة . ولا يعنى ذلك إغفال باقى النظم الميكانيكية الخاصة بالمقاومة . إذ أظهرت الدراسات تحلل المبيد الحشرى بفعل البكتيريا Pseudomonas melophthora . وقد لوحظ وجود البكتيريا فى جميع الأطوار الحشرية ، وقدرتها على تمثيل المبيدات الفوسفورية العضوية .

ومن أهم إنزيمات التحلل المائى

١ ــ إنزيم الفوسفاتيز ، أو الإستريز الأليفاتى

Phosphatases (Aliphatic ester hydrolyzing enzymes) (Aliesterases)

لاحظ Van Aspern & Oppenoorth عام (١٩٥٩) أن سلالة الذباب المنزلى المقاومة تحتوى على كمية من إنزيم الإستريز الأليفاتى أقل من الكمية التى تحتوى عليها السلالة الحساسة . وقد أجريت بعض الأبحاث لدراسة العلاقة بين إنزيمات Aliesterases ، وارتباطها بفقد سمية مبيدات الباراثيون ، والديازينون ، والملاثيون فى كل من السلالة الحساسة والمقاومة للذباب . واعتماداً على انخفاض مستوى إنزيمات Aliesterases وارتباطها بمقاومة بعض السلالات للمبيدات الفوسفورية العضوية ، افترض وجود إنزيم الإليستريز الطفرى Mutant aliesterase . وتفترض هذه النظرية وجود جين أصلى على الكروموسوم الخامس يتحكم فى إنتاج الإليستريز فى السلالة الحساسة لهذه الحشرة ، وقد حدثت طفرة لهذا الجين فى السلالة المقاومة مكوناً إنزيم الفوسفاتيز Phosphatase ، والذى تخصص فى مهاجمة الملاأوكسون ، والباراأوكسون ، والديازأوكسون . وعموماً .. فإن لإنزيمات الفوسفاتيز القدرة على هدم إسترات حامض الفوسفوريك والثيوفوسفوريك ، ولكنها لم تنجح فى تحليل إستر الميثايل لحامض البيوتريك (مبيد DDVP) ، والذى يحلله الإستراز الأليفاتى . وتتم فسفرة كل من الإستراز الأليفاتى ، والفوسفاتيز بسرعة بواسطة المبيد الفوسفورى العضوى ، كما تتم إزالة الفوسفور من إنزيم الفوسفاتيز فى الغالب ، بينما تتم إزالته ببطء من الإستراز الأليفاتى .

من المعتقد أن إنزيمات الإستراز الأليفاتى الطفرية قادرة على منع المبيد الفوسفورى العضوى من الوصول إلى الجهاز الحساس بتركيز قاتل ، بينما تعمل عوامل أو إنزيمات أخرى على هدم جزء من المبيد . وتوجد هذه العوامل فى كل من الحشرات الحساسة والمقاومة . ويرجع السبب الرئيسى فى مقاومة الذباب المنزلى ، لفعل المبيدات الفوسفورية العضوية إلى سرعة هدم المبيد بفعل إنزيم الفوسفاتيز . وهناك مبيدات فوسفورية عضوية قد تنجح فى تثبيط إنزيم الإستراز الأليفاتى الطفرى (المحور) ، أى أنها تعمل على فسفرة الإنزيم ، ولا تتم إزالة الجزء الفوسفورى منه ، مثل : مشابه البروبايل أوكسون الذى يعمل كعامل منشط للديازينون فى السلالات المقاومة ، حيث إن فسفرته لإنزيم الفوسفاتيز غير عكسية .

٢ ــ إنزيم الكربوكسى إستريز **Carboxy esterases**

تعمل إنزيمات الكربوكسى إستراز على التحلل المائى لمجموعات الكربوكسى (ك$_{٢}$يد$_{٥}$ك$_{١١}$ ــ) فى إسترات الأحماض الكربوكسيلية للمبيدات ، مثل : الملاثيون . ولقد وجد أن خصائص هذه الإنزيمات فى يرقات البعوض الحساسة ، والمقاومة للملاثيون متشابهة ، ولكن تركيزه يماثل ١٣ مرة ضعف تأثيره فى السلالات المقاومة لهذا المبيد . وعليه .. يقال إن مقاومة هذا النوع للملاثيون مرتبطة بألكيل الجين الذى ينظم ويتحكم فى تخليق هذا الإنزيم ، ولم تلاحظ أية زيادة فى نشاط الفوسفاتيز فى اليرقات المقاومة .

وجد الباحثان krueges & O'Brien عام (١٩٥٩) أن الذباب المنزلى المقاوم قد نجح فى هدم مبيد الملاثيون بواسطة إنزيم الفوسفاتيز ، بينما تم هدم الملاثيون فى الصرصور الأمريكى ، والألمانى بواسطة إنزيم الكربوكسى إستراز والفوسفاتيز . كما لوحظ ، فى يرقات بعوض الكيولكس Culex tarsalis الحساسة والمقاومة للملاثيون ، تحول ٥ ــ ١٠٪ من الملاثيون إلى مركبات قابلة للذوبان فى الماء ، تحول $\frac{٢}{٣}$ هذه المركبات نتيجة نشاط إنزيم الكربوكسى إستراز ، وتحول الثلث الباقى نتيجة نشاط إنزيم الفوسفاتيز ، أى أنه رغم وجود الفوسفاتيز ونشاطه فى هدم الملاثيون ، إلّا أن الفرق الأساسى بين اليرقات الحساسة والمقاومة كان فى زيادة كمية الكربوكسى إستراز فى الحشرات المقاومة . وقد ثبت أن إنزيم الكربوكسى إستريز بروتينى التركيب ، ووزنه الجزيئى ١٦٠٠٠ . ويماثل إنزيم اليرقات المقاومة إنزيم اليرقات الحساسة تماماً من حيث الوزن الجزيئى ، والشحنة الكهربائية ، والأحماض الأمينية العطرية ، والثنائية القلوية ، ولكنه أكثر تأثراً بالحرارة ويرسب فى الوسط الحامضى ، وذلك فى حالة السلالات المقاومة ، بينما لم يكن كذلك عند استخلاصه من اليرقات الحساسة . وكان إنزيم الفوسفاتيز أكثر نشاطاً فى اليرقات الحساسة عن اليرقات المقاومة للملاثيون ، كما أظهرت هذه اليرقات تحملاً أقل للمركبات الفوسفورية العطرية بالمقارنة باليرقات الحساسة للملاثيون ، وكان إنزيم الكربوكسى إستراز ، فى هذه السلالة ، متخصصاً فى هدم الملاثيون ، والملا أوكسون . وانخفضت درجة تحمل السلالة بتعريضها لنواتج تمثيل الملاثيون التركيبية .

ولقد أجريت دراسات على أربع سلالات عن أكاروس Tetranychus urticae ، فوصل مستوى مقاومة سلالة بلوفت Blauvelt إلى (٦٠ ضعفا) الحساسة . أما سلالة ليفركوزن Leverkusen المقاومة فقد كانت أكثر مقاومة للملاأكسون (٦٠ ضعفا) عن الملاثيون (٧,٥) ، وبلغت درجة مقاومتها للباراثيون (١٠ مرات) بالمقارنة بسلالة ليفركوزن الحساسة . وبدراسة إنزيم الكولين إستراز فى هذه السلالات وجد أنه كان أكثر حساسية للمبيدات الفوسفورية العضوية فى سلالات ليفركوزن ، ونياجرا الحساسة ، وبلوفت عن سلالة ليفركوزن المقاومة بما يتراوح ٢,٥ ــ ١٢ ضعفاً . كما كانت أفراد سلالة بلوفت أكثر قدرة على تحمل الملاثيون ، وأنشط فى هدمه داخل الجسم ، تليها سلالة ليفركوزن المقاومة ، ثم ليفركوزن الحساسة ثم ، نياجرا . ويرجع حوالى ٨٠٪ من نواتج هدم الملاثيون إلى نشاط الكربوكسى إستراز . ووجد كذلك أن أفراد سلالتى بلوفت وليفركوزن المقاومة يحتويات على كمية من إنزيم الكربوكسى إستراز ، وإنزيم الفوسفاتيز أكبر مما يحتويه أفراد السلالتين الحساستين .

٣ ــ إنزيم الإستراز العطرى Aromatic esterases

يعمل الإستراز العطرى على تحلل إسترات الفينايل ، مثل : البارا أوكسون ، والباراثيون . وقد وجدت كميات صغيرة من هذا الإنزيم فى جسم الذباب المنزلى الحساس ، ولكنه وجد بكثرة فى القناة الهضمية للصرصور . وقد أمكن تحضير هذا الإنزيم من سلالة ذباب منزلى مقاوم للـ DFP ، كما وجد أن هذا التحضير لم يحلل البارأوكسون .

يتضح مما سبق .. أن مقاومة الحشرات للمبيدات الفوسفورية العضوية تتوقف على مجموعة من الإنزيمات الهادمة ، والتى يمكن لكل منها أن تمثل المبيد الفوسفورى العضوى . وتختلف أهمية كل إنزيم فى تحديد ظاهرة المقاومة باختلاف نوع المبيد ونوع الحشرة . فمثلاً .. يختلف سبب مقاومة الذبابة المنزلية للملاثيون عن سبب مقاومتها للباراثيون . فبالرغم من تماثل الحالتين فى نقص كمية الإستراز الأليفاتى ، وزيادة الفوسفاتيز ، نجد أن الذباب المقاوم لأحدهما ليس مقاوماً للآخر . ويعتقد أن ذلك يرجع لاختلاف نوع الفوسفاتيز فى الحالتين ، كذلك فإن سبب مقاومة الذباب المنزلى للملاثيون يختلف عن سبب مقاومة بعوض الكيولكس Culex tarsalis له . فمقاومة بعوض الكيولكس ترجع لزيادة إنزيم الكربوكسى إستراز . لذا .. لم تظهر حتى الآن سلالة مقاومة لجميع المبيدات الفوسفورية العضوية بعكس الحالة بالنسبة للـ د.د.ت ومجموعته ، فهناك سلالة للذباب المنزلية مقاومة لمعظم المبيدات الكلورينية المعروفة .

(جـ) الإنزيمات الهامة للكاربامات **Carbamate detoxfying enzymes**

تتمثل طرق تمثيل وهدم مركبات الكاربامات فيما يلى :

١ ــ هيدروكسلة الحلقات العطرية (تحلل مائى) Hydroxylation of aromatic rings .

٢ ــ فقد الألكيل لمجموعة النتيروجين (N) ، أى إزالة مجاميع الألكيل المرتبطة بذرة النيتروجين . N- dealkylation

٣ ــ فقد الألكيل لمجموعة الأكسجين (O) ، أى إزالة مجاميع الألكيل المرتبطة بالأكسجين . O-dealkylation

وتمثل الطرق الثلاثة السابقة مواضع تفاعل لإنزيمات الأكسدة Mixed Function Oxidases (MFO) .

وقد لوحظ أن العديد من المركبات يتم تمثيله من خلال التفاعلات السابقة ، مما يؤدى لهدمها بفعل الإنزيمات الموجودة فى ميكروسومات كبد الثدييات . وتحتاج هذه الإنزيمات إلى جزىء أكسجين ومجموعة NADPH2 ، حتى تكون لها القدرة على هيدروكسلة المركب . وتحتاج هذه العملية إلى مرافق نحاسى هو أيون Percurpryl ، مثل : $Cuo^{+}.ocu^{+}$. فقد لوحظ أن لإنزيمات Microsomal oxidases القدرة على أكسدة مشتقات (N-N-dimethyl carbamates) (N-methyl) . ويتم تثبيط فعل هذه المؤكسدات مع إضافة منشطات السيسامكس ، والبيرونيل بيوتوكسيد ، MGK 264 . ولقد أظهرت الدراسات أن المستحضر الميكروسومى المتجانس للذباب المنزلى تحدث له عملية هيدروكسلة بالحلقة العطرية (النفثالين) . ويمكن إيقاف هذا التفاعل باستخدام المنشطات ، مثل : البيرونيل بيوتوكسيد ، والسلفوكسيد ، والبروبيل ايسوم ، والسيسامكس . وقد لاحظ Wilkinson أن الإنزيمات النموذجية المسئولة عن هدم مركبات الكاربامات فى الذباب المنزلى ، هى : Microsomal Tyrosinase , tyrosinase . وتنخفض قدرة هذه الإنزيمات المثبطة باستخدام المنشطات ، كما يؤدى إنزيم Phenolase إلى هيدروكسلة الحلقة العطرية لـ Aryl N-methyl carbamates .

وتوجد فى جسم الحشرات عدة إنزيمات مؤثرة على مبيدات الكاربامات ، مثل : إستراز الكولين حيث يتم تثبيط هذا الإنزيم بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية ، ومبيدات الكاربامات . قد وجد أن هذا الانزيم يمكنه تحليل مبيدات الكاربامات ببطء .

وهناك إنزيم أقل تخصصاً من الإنزيم السابق بالنسبة إلى نوع المادة التى يمكنه أن يحللها ، وهو الإستراز الأليفاتى وهو يحلل إسترات معظم الأحماض الأليفاتية المحتوية على عدد من ذرات الكربون يتراوح ما بين (٢ ــ ٦) ، وهو يفضل الإستراز قليلة الذوبان فى الماء . وقد وجد أن لبعض الكاربامات قدرة على تثبيط الإستراز الأليفاتى ، مثل : السيفين ، والإيزولان الذى ثبط الإستراز الأليفاتى المستخلص من الذباب المنزلى بتركيز يوازى ١٠ أمثال التركيز الذى أمكنه تثبيط إستراز الكولين .

كما يحلل الإستراز العطرى مركبات الكاربامات ، وقد لاحظ Metcalf وآخرون عام (١٩٥٦) أن رأس وعصب الصرصور الأمريكى يحتويان على كميات كبيرة من الإستراز العطرى ، ولكنه لا يثبط بواسطة المركب الكارباماتى physostigmine .

وقد اقترح وجود إنزيم يحلل الكاربامات مائيا ، وهو إنزيم إستراز الكاربامات Carbamic esterase ، وهو أكثر نشاطاً فى تحليل الكاربامات القوية فى تثبيط إستراز الكولين ، ويحلل إستراز الكاربامات مركبى السيفين ، والبيرولان بسرعة فى الذبابة المنزلية والصرصور ، ولكنه يحلل الدايميتلان ببطء . وقد أيد ذلك أن إضافة الدايميتلان مع السيفين ، أو البيرولان تنشط السمية ، وذلك لتثبيط الدايميتلان لإنزيم إستراز الكاربامات فى الذبابة المنزلية ، وهو الإنزيم الذى يهدم السيفين والبيرولان بسرعة فيبطل هدمهما ويصبحان أكثر سمية . ولقد اقترح أن هدم السيفين يحدث بواسطة مهاجمة الإنزيم للرابطة الإسترية ، وتعمل المنشطات Synergists على تثبيط عمل الإنزيمات الهادمة للكاربامات .

سادساً : مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات
Natural enemy resistance to pesticides

بعد ظهور حالات مقاومة مفصليات الأرجل لفعل المبيدات (مثل الـ د.د.ت) ، ذكر علماء الحشرات أن هناك إمكانية كبيرة لحدوث نفس الظاهرة فى الأعداء الحيوية لمفصليات الأرجل ، حيث تظهر مقاومة لفعل المبيد الذى تتعرض له الآفة . وقد أمكن فى بداية الخمسينات انتخاب طفيل البراكون الذى يتطفل على فراشة الثمار الشرقية **Grapholitha molesta** ، باستخدام الـ د.د.ت لمدة ٧٠ جيلاً ، وذلك لمعرفة مدى إمكانية مقاومة الطفيل لفعل الـ د.د.ت ، وبعد ٦ سنوات من الضغط الانتخابى بتعريض ٣ مليون حشرة معاملة ، لم يصل مستوى المقاومة إلى أكثر من ١٢ ضعفاً . وحينما توقف الانتخاب بالـ د.د.ت ، انعكست المقاومة وعادت الحشرة إلى حساسيتها الأصلية بعد عدة أجيال .

ولعل فشل دبور البراكون فى إظهار المقاومة صورة أخرى لما تم تكراره على حشرات أخرى فى تجارب المعمل خلال الفترة من ١٩٥٥ ـــ ١٩٧٠ . ولا توجد حتى الآن تقارير مؤكدة تشير إلى إمكانية مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات تحت الظروف الحقلية . وفى عام ١٩٧٠ أظهرت بعض التقارير قدرة المفترسات phytoseiid mites ، وهى Typhlodromus coccidentalis ، Amblyseius Fallacis على مقاومة المبيدات الفوسفورية . وقد قضى على عدد كبير من هذه المفترسات فى حدائق التفاح ، حينما استخدمت هذه المبيدات لمكافحة فراشة التفاح Laspeyresia pomonella ، وغيرها من الآفات الخطيرة ، إلا أنها ظهرت مرة ثانية ، وتمكنت من الحياة بعد المعاملة بالمبيدات الفوسفورية العضوية . وقد تم فى السنوات الأخيرة عزل هذه السلالات المقاومة ، واستخدامها فى برامج التحكم المتكامل للآفات (IPM) فى مناطق زراعة الفاكهة .

١ ـــ خصائص المقاومة Characterization qf resistance

أجريت دراسات السمية ، والمقاومة الوراثية ، والمقاومة المشتركة على مفترس Phytoseiid mites ، وقد أظهرت النتائج المقاومة المشتركة لمفترسات A.chilenensis ، A.Fallacis ، T.occidentalis ، T. pyri لسبعة مركبات استخدمت لمكافحة آفات الفاكهة . ويمكن القول بأن المفترسات الأربعة تختلف فى مستوى مقاومتها ، وسميتها ، ومستوى مقاومتها المشتركة ، مما يوحى بوجود اختلافات متخصصة فى هذه المفترسات .

٢ ـــ سمية وتقنية المقاومة Toxicology and Mechanisms of resistance

درست تقنية المقاومة فى عشيرتين من A. Fallacis المقاومة للـ Azinophos methy1 ، وقد لاحظ Motoyama وآخرون عام (١٩٧١) أن السلالة المقاومة للمبيدات الفوسفورية تحلل مركب الأزينوفوس ميثايل بشكل أسرع من السلالة الحساسة . كذلك وجد أن معدل فقد الألكلة desalkylation لهذا المبيد قد بلغ حوالى ٦ مرات فى السلالة المقاومة ، كما زاد نشاط إنزيم الـ Glutathione transferase (GSH) حوالى ٣ مرات . ولأن إنزيم (GSH) متخصص فى إحلال الميثيل ، فإن هذا يؤكد أن الأكاروسات أقل مقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية التى تحتوى على الإيثيل إستر ، بالمقارنة بتلك التى تحتوى على ميثيل إستر . وتشير الدراسات إلى أن السلالات المقاومة من A Fallacis ذات مقاومة مشتركة عالية جدا للمبيدات الفوسفورية العضوية التى تحتوى على مجاميع (O-methy1) .

٣ ـــ نظرية مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات

Theory of nafutal enemy to resistance to pesticides

هناك كثير من العوامل المؤثرة على معدل نمو المقاومة فى عشائر مفصليات الأرجل ، حيث يمكن

تقسيمها إلى عوامل وراثية ، وعوامل خاصة بالتطبيق . وهناك عاملان إضافيان قد يساهما فى تفسير الاختلاف الواسع فى مقاومة الآفة بالمقارنة بالأعداء الحيوية .

(أ) القيد أو التحكم الغذائى **The food Limitation hypothesis**

من العوامل المؤثرة فى مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات هو أن هذه الكائنات تعتمد على عوائلها حتى تعيش وتتزايد بعد المعاملة بالمبيد الحشرى . وقد يعمل المبيد على انتخاب جين متماثل (R) لكل من الآفة ، وعدوها الحيوى . ولكن الآفات الحية تملك إمداداً غذائيا وفيراً يتيح لها التكاثر والتزايد فى العدد بينما تواجه الأعداء الحيوية الحية نقصاً فى الضحايا والعوائل . ومع زيادة نسبة موت الآفة ، يجوع العدو الحيوى ، ولا يتمكن من إنتاج النسل ، أو قد يهاجر خارج المنطقة المعاملة بالمبيد ليتزاوج ويتعايش مع أفراد أخرى غير مقاومة .

وقد درس الباحثان Morse & Croft عام (١٩٨٠) فكرة القيود الغذائية فى السلالات الحساسة لمبيد الأزينوفوس ميثايل من الأكاروس المفترس A. Fallacis ، وضحيته T. Urticae . كما أجريت مقارنة للعوامل البيولوجية الوثيقة الصلة بنمو ظاهرة المقاومة فى كلا النوعين . ومن الملاحظ أن علاقة المفترس بالضحية لهذين النوعين تعتبر نظاماً نموذجيا لدراسة الدور الذى تحدثه كثافة الضحية على درجة تطور مقاومة المفترس بعد المعاملة بالمبيد . ويتشابه هذان النوعان فى الحجم ، وعدد الأطوار ، ومدة التطور ، وكذا العوامل الداخلية التى تعمل على زيادتها . كما يوجد هذان النوعان على نفس السطح المعامل ، وتوجد جميع أطوارهما معاً على الرغم من أن لهذين النوعين وضعاً غذائيا مختلفاً ، وأغذية مختلفة ، كما أن حركة المفترس تكون أكثر اتساعاً من الضحية . وقد تكون زيادة حركة ونشاط المفترس عاملاً محدداً لتأثره بالمعاملة بالمبيد ، حيث إن إمكانية تعرضه للسم بالملامسة تكون أكبر نتيجة لدوام البحث عن ضحايا ، والتى تنخفض بشكل واضح بعد المعاملة الكيميائية .

وفى مقارنة أخرى بين هذين النوعين من خلال دراسة الخصائص التوكسيكولوجية والوراثية لهما ، والتى قد تؤثر على درجة مقاومتهما ، لوحظ اختلاف طرق تكاثرهما إلى حد ما ، واختلاف عدد الكرموسومات ، حيث إن العنكبوت الأحمر قد يعطى ذكوراً حتى مع عدم التزاوج ، بينما لا يستطيع المفترس ذلك .

وبمقارنة مدى تطور المقاومة فى كل من المفترس ، والضحية بالانتخاب على نبات الفول الذى يتواجد عليه النوعان طبيعيا فى الصوبات الزجاجية ، تراوح تعداد الأكاروس والضحية والمفترس من ١٠ ⁴ إلى ١٠ ⁶ فى نفس وقت الرش . وعند رش المجموع الخضرى باستخدام الأزينوفوس ميثايل ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل . وبعد مقارنة المعاملتين ، أظهر المفترس مقاومة لهذا المبيد بمستوى أسرع من الضحية ، وذلك عند انتخاب جزء من العشيرة لمدة ٢٢ جيلاً .

وعندما أجرى انتخاب بجرعة تسبب موت بنسبة ٧٥٪ ، أظهرت الضحية درجة من المقاومة أبطأ من التجربة الأولى . ويرجع ذلك إلى أن المعاملة لا تتم فى كل جيل ، بل تتم عندما تصل الضحية إلى مستوى كثافة عددية مقاربة للظروف الحقلية . وتظهر المفترسات التى انتخبت على مستوى

يقترب بدرجة ٩٩,٩٪ من مستوى المقاومة أسرع عندما يتوفر الغذاء بالمقارنة بالضحية . وعندما تصل المفترسات إلى مستوى مقاومة الضحية (بعد الانتخاب الثانى) ، فإن استمرار الانتخاب لإظهار وتطور المقاومة يأخذ فى البطء إلى نفس مستوى الضحية .

وهناك بعض العوامل البيئية الأخرى بخلاف القيود الغذائية ، والتى تؤثر على معدل نمو وثبات المقاومة فى الأعداء الحيوية . وتشمل هذه العوامل معدلات النمو ، ومستوى التعريض ، بالإضافة إلى العوامل الوراثية . وهناك بعض الأعداء الحيوية ، مثل : Chrysopa ، والتى تتميز بالحركة الواضحة ، علاوة على تخصصها التطفلى غير الواضح . ومثل هذه الأنواع لا تكون مقاومة للمبيدات نظراً لقيودها الوراثية ، وكثرة حركتها ، وقلة تعرضها للمبيدات .

(ب) الاختلاف فى الحساسية The differential susceptibility hypothesis

يقوم هذا الافتراض بغرض تفسير التعارض بين درجات الحساسية أو المقاومة فى الآفات ، والأعداء الحيوية الخاصة بها . ويرجع ذلك إلى قدرة الآفات على التأقلم الطبيعى Preadaptation تجاه المبيدات المستخدمة عند مقارنتها بالمفترسات والطفيليات . وقد افترض جوردون Gordon عام (١٩٦١) أن يرقات بعض الحشرات كاملة التطور ، وعديدة العوائل تتحمل المبيدات نتيجة الضغط البيوكيميائى المرتبط بغذائها خلال فترة تطورها (مكونات النبات الكيميائية الثانوية) . كما لاحظ Krieger وآخرون عام (١٩٧١) ارتفاع نشاط إنزيم Aldrin epoxidase فى أنسجة معدة يرقات حرشفية الأجنحة قليلة العوائل ، وذلك عند مقارنتها بالأنواع وحيدة العائل . كما ارتبط النشاط الإنزيمى لهذه الأنواع بالانتخاب الطبيعى لفقد سمية مكونات النبات الكيميائية الثانوية ، مثل : السيانيدات ، والروتينويدات ، والألكالويدات ..إلخ . كما لاحظ Brattsten وآخرون عام (١٩٧٧) تنبه إنزيمات (MFO) فى يرقات الحشرات عديدة العوائل ، مثل Spodoptera eridania بواسطة مكونات النبات الثانوية . وبعد استهلاك هذه المواد تكون اليرقات أقل حساسية للتسمم الغذائى . لذا .. فإن إنزيمات (MFO) قد تلعب دوراً هاما فى حماية الحشرات التى تتغذى على النبات ضد معظم المواد الكيميائية .

وتطرح العلاقة بين قدرة الحشرات عديدة العوائل على هدم وفقد سمية المكونات النباتية الثانوية ، والمبيدات سؤالاً هاما عن موقف الطفيليات ، والمفترسات التابعة لمفصليات الأرجل . ومن المعروف أن فرصة الأعداء الحيوية فى التعرض لمكونات النبات الثانوية تظهر بدرجة أقل إلحاحاً من الحشرات التى تتغذى على النبات ، ولذا فإن الأعداء الحيوية تظهر مستوى أقل من التأقلم الطبيعى تجاه المبيدات ، بالمقارنة بالحشرات التى تتغذى على النبات . وعند مقارنة السلالة الحساسة للأكاروس T urticae الذى يتغذى على النبات ، والأكاروس المفترس A fallacis لوحظ أن الضحية أقل حساسية بحوالى ٢ ــ ٢٠ مرة ، بالمقارنة بالمفترس تجاه معظم المبيدات الفوسفورية العضوية ، كما أنها أقل حساسية بحوالى ٤ ــ ٦ ، مرات بالمقارنة بالمفترس تجاه التوكسينات النباتية (النيكوتين) . ولنقل هذا الافتراض خطوة للأمام فإن المفترسات التى قد تكون ذات سلوك غذائى مختلط بين الحشرات ،

والنبات قد تكون أقل حساسية للمبيدات من الطفيليات . وعموماً .. نجد أن الطفيليات أكثر تخصصاً من المفترسات ، وعليه .. فهى أقل تعرضاً للتوكسينات النباتية .

وتوضح المقارنات بين مستوى حساسية الآفة المغذاة على النبات ، وأعدائها الحيوية أن تدرج مستوى الحساسية تصاعديا يبدأ بالآفة ، ثم المفترس ، ثم الطفيل . وقد أظهرت بعض الدراسات الخاصة ، بنسبة تنشيط الكارباريل مع المادة المنشطة البيرونيل بيوتوكسيد (مثبط إنزيم MFO) أن الآفات أقل حساسية تجاه المبيد بمعدل حوالى ٦ مرات عند مقارنتها بالمفترسات ، وبمعدل حوالى ١٦ مرة عند مقارنتها بالطفيليات . كما توضح نسبة التنشيط التى بلغت (١ : ٥) أن متوسط نشاط إنزيم MFO فى الآفات بمعدل ١,٦ ، ٢,١ مرة عن نشاطه فى المفترسات والطفيليات على الترتيب .

ويمكن تفسير الاختلافات فى حساسية الآفات ، والأعداء الحيوية ، والاختلافات بين المفترسات ، والطفيليات على أساس التباين بينهما فى الأهمية النسبية لإنزيمات التحلل المائى ، وإنزيمات الأكسدة التى تؤدى لفقد السمية ، حيث إن مفصليات الأرجل التى تتغذى على النبات أو الحشرات قد تحتوى على إنزيمات التحلل المائى بكمية كافية تمثيل الدهون ، والبروتين ، وغيرها من المواد الغذائية ، وكذلك المبيدات الحشرية التى تفقد سميتها بالتحلل المائى ، بينما تحتوى الأنواع التى تتغذى على النبات على كميات أكبر من نظم فقد السمية الخاصة بالأكسدة ، وقد يتم توجيه هذه النظم ناحية بعض مكونات النبات الثانوية ، مثل : الجوسيبول Gossypol فى القطن . وإذا كان هذا هو الواقع والحقيقة ، فإن المبيدات الحشرية التى يتم تمثيلها بالتحلل المائى قد تكون أكثر المركبات الكيميائية قبولاً كمبيدات متخصصة فى برامج المكافحة المتكاملة .

ويوضح افتراض اختلاف الحساسية دور إنزيمات MFO فى تمثيل كل من مكونات النبات الثانوية ، والمبيدات الحشرية ، بينما تعتمد مقاومة مفصليات الأرجل لمعظم المبيدات الحشرية على نظم هدم أخرى ، مثل : إنزيمات التحلل المائى Hydrolases ، وناقلات الجلوتاثيون Glutathione transferases ، وانخفاض حساسية العضو المستهدف . ولم تزل المعلومات الخاصة بالنظم والتقنيات الخاصة بفقد السمية المرتبطة بمكونات النبات الثانوية غير كافية .

وخلاصة القول .. إنه لا يمكن تطبيق اقتراح فقد السمية المحدود كتفسير لاختلاف الحساسية الأولية للآفات المغذاة على النبات ، والمفترسات ، والطفيليات . وذلك عند دراسة مدى نمو وتطور ظاهرة المقاومة لهذه المجموعات . وحتى الآن لاتوجد دراسات حول إثارة تحفيز إنزيمات MFO ، وغيرها من النظم الإنزيمية فى المفترسات والطفيليات ، كما لاتوجد دراسات حول معدلات تواجد ونشاط هذه الإنزيمات . وتحتاج هذه الدراسات إلى تقدير دور الغذاء فى التأقلم الطبيعى لمفصليات الأرجل التى تتعرض للمبيدات .

من العرض السابق .. يمكن القول بأن افتراضات القيود الغذائية ، واختلاف الحساسية يجب أن تحتل موقعاً مرموقاً فى الدراسات المستقبلية . ولا يوجد افتراض واحد يعطى تفسيراً كاملاً عن الاختلافات الملاحظة بين ظاهرتى الحساسية والمقاومة فى مفصليات الأرجل المغذاة على النبات ، وبين أعدائها الحيوية التى تتغذى على الحشرات .

سابعاً :حقيقة وتشخيص مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الحشرية

Implications and prognosis of resistance to insecticides

من وجهة النظر البيولوجية .. نجد أن مقاومة الحشرات لفعل المبيدات عبارة عن ظاهرة تطورية Evolutionary phenomenon ، نتيجة للانتخاب الطبيعي Natural selection للآفة ، وذلك بسبب التعريض المستمر للمبيدات . ويمكن إيضاح ذلك بالمثال التالى : منذ عام ١٩٥٠ عومل حوالى ٤٠٠ مليون فدان بأكثر من ٥,٧٥٠,٠٠٠,٠٠٠ رطل مادة فعالة من المبيدات ، بمعدل حوالى ١٤ رطل/فدان . وفى مصر ، فى الفترة بين ١٩٦١ إلى ١٩٧٥ ، عومل حوالى ٤ ملايين فدان مزروعة قطناً بأكثر من ٨١١,٠٠٠,٠٠٠ رطل مادة فعالة من المبيدات ، لمكافحة دودة القطن ، ودودتى اللوز الشوكية والقرنفلية (السباعى ــ عام ١٩٧٧) . وفى ولاية ألينوى بالولايات المتحدة الأمريكية تمت المعاملة بحوالى ١٠٠ مليون رطل مادة فعالة من مبيدات التربة ، وذلك لحوالى ١٠ ملايين فدان من المحاصيل ، لمكافحة دودة جذور الذرة بمتوسط حوالى ١٠ رطل/فدان ، وذلك خلال الفترة بين ١٩٥٣ ــ ١٩٧٩ . وتحدث متبقيات هذه المبيدات فى البيئة المعاملة ، والموجودة بها الآفات ضغوطاً انتخابية مكثفة تسرع من زيادة عدد الأنواع المقاومة .

ولعل التكهن بمقاومة الآفة لفعل المبيد أمر ضعيف . وهناك أكثر من مليون حشرة تم توصيفها (تشمل حوالى $\frac{٢}{٣}$ مجموع الحيوانات) ، وتعرف بالمنافس الحقيقى للانسان . ونظراً للاختلاف الجينى الواسع ، وقصر فترة حياتها ، وقدرتها التناسلية الفائقة أتيح لها التواجد تحت ظروف مختلفة من النظم البيئية ، وعلى كل بقعة من سطح الكرة الأرضية . وقد قام الانسان باستخدامه للمبيدات بفرض واقع الانتخاب الطبيعى ، مما أسرع من ظهور بعض سلالات الذباب المنزلى ، والبعوض ، والصراصير ، وديدان اللوز التى تظهر فيها حالات المسخ (Monster) . وبجانب الاعتبارات البيولوجية .. فإن مقاومة الحشرات لفعل المبيدات أدت إلى ظهور سلسلة من التعقيدات ، بالإضافة إلى المشاكل الاقتصادية والاجتماعية التى تتحدى الانسان .

١ ــ تطور المقاومة المتعددة Development of multiple resistance

يزداد عدد الحشرات المقاومة لفعل المبيدات عن عدد المبيدات التى استخدمت أصلاً ، وذلك لوجود ظاهرة المقاومة المشتركة Cross resistance ، والتى تعنى قدرة النوع المقاوم على البقاء عند تعريضه لمادة كيميائية قريبة جدا من المادة المقاوم لها أصلاً ، مثل : الـ د.د.ت ، والميثوكسى كلور ، والألدرين ، والهبتاكلور ، واللندين . وتظهر المقاومة المشتركة نتيجة لعمومية النظام الفاقد للسمية مثل DDT ase ، أو لانخفاض حساسية الجهاز المستهدف مثل الطفرات التى تحدث لإنزيم Acetyl cholin esterase . وتعمل المقاومة المشتركة على تحديد ، أو خفض فرصة اختيار المبيدات المتاحة . وقد تسبب هذه المقاومة مشاكل اقتصادية حقيقية ، كما فى حالة مقاومة حشرة دودة جذور الذرة للسيكلودايين ، وتعمل المقاومة المشتركة لمبيدات الألدرين ، والهبتاكلور ،

والكلوردان بالتالى على خفض نسبة $\frac{\text{المنفعة}}{\text{التكاليف}}$ لمعاملة مبيدات التربة فى حقول الذرة . وتعتبر المقاومة المتعددة Multiple resistance أكثر خطورة ، إذ أنها تنتج من الوجود المشترك لعدد من الجينات المستقلة ، بحيث تنتج نظماً وتقنيات للمقاومة لمبيدات لا علاقة بينها ، أى مبيدات لها طرق تأثير مختلفة ونظم فقد سمية مختلفة . وعليه .. فإن المقاومة المتعددة تعكس التاريخ السابق لاستخدام المبيدات ، والذى يعوق استخدام هذه المبيدات مستقبلاً . ويوضح المثال التالى خطورة هذا النوع من المقاومة ، حيث أشار Keiding عام (١٩٧٧) إلى استمرار تطور ونمو المقاومة المتعددة فى الذباب المنزلى لمدة ٣٠ عاماً ، وذلك بدءاً من استخدام الـ د.د.ت عام ١٩٤٥ ومقاومة الذباب المنزلى له ، ثم مقاومته للـ BHC عام ١٩٤٧ ، كما أظهرت مقاومة عالية للمركبات الفوسفورية بالتبعية . وتلى ذلك ظهور سلالات مقاومة للكاربامات ، وسلالات مقاومة للبيروثرويدات ، ثم لهرمون الشباب المخلق (الميثوبرين Methoprene) . كما أصبحت دودة ورق القطن فى مصر مقاومة للمركبات الكلورينية العضوية ، مثل : التوكسافين ، الـ .د.د.ت ، واللندين ، والأندرين ، وبعض المركبات الفوسفورية العضوية ، والكاربامات ، مثل : السيفين ، ومثبطات تخليق الكيتين ، مثل : الديميلين Diflubenzuron ويؤدى ذلك إلى عدم استمرار فعالية المبيد الجديد أكثر من ٢ ــ ٤ سنوات .

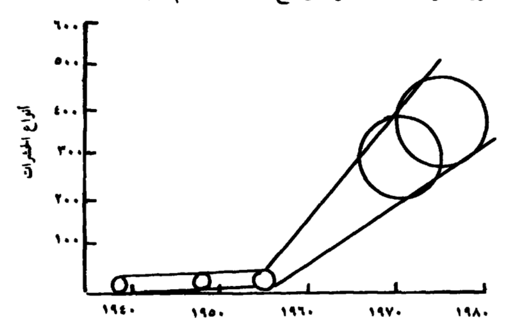
وقد وضع Georghiou & Taylor (عام ١٩٧٧) تلخيصاً لحالة المقاومة المتعددة لحوالى ٣٦٤ نوعاً مقاوماً من الحشرات عام ١٩٧٦ . ويوضح جدول (٢ــ٣) التالى مدى نمو وتطور ظاهرة المقاومة المتعددة للذباب المنزلى المقاوم لكل من : الـد.د.ت ، ومركبات السكلودايين حتى الوقت الحالى . ويمكن تقسيم مراحل المقاومة المتعددة من الناحية التاريخية والواقعية إلى :

١ ــ الزرنيخات
٢ ــ الـ د.د.ت ، ومشتقاته
٣ ــ BHC ، والسكلودايين
٤ ــ المركبات الفوسفورية العضوية
٥ ــ الكاربامات
٦ ــ البيروثرويدات
٧ ــ هرمونات الشباب المخلقة
٨ ــ مثبطات تخليق الكيتين

جدول (٢ ــ ٣) : تطور المقاومة المتعددة للمبيدات الحشرية فى الذباب المنزلى .

السنة	الأنواع المقاومة	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة	المرحلة الرابعة	المرحلة الخامسة
١٩٣٨	٧	صفر	صفر	صفر	صفر
١٩٤٨	١٤	١	صفر	صفر	صفر
١٩٥٥	٢٥	١٨	٣	صفر	صفر
١٩٦٩	٢٢٤	٤٢	٢٣	٤	صفر
١٩٧٦	٣٦٤	٧٠	٤٤	٢٢	٧

ويوضح شكل (٢ــ٦) مدى نمو هذه الظاهرة ، حيث إن مساحة الدائرة توضح مدى شدة المقاومة المتعددة . وعلى سبيل المثال .. فإنه إذا كانت المرحلة الأولى تساوى واحد فهى تزيد إلى خمسة فى المرحلة الخامسة ، ويحتمل انخفاض معدل المقاومة خلال ١٠ ــ ٢٠ سنة قادمة . وسوف يزداد معدل تطور المقاومة المتعددة نظراً لارتفاع معدل استخدام المبيدات .



شكل (٢ ــ ٦) : معدل المقاومة المتعددة فى الآفات الحشرية (مسافة الدائرة تتناسب طرديا مع حالات المقاومة المتعددة) .

٢ ــ الاعتبارات الاقتصادية لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات

تحكم الاعتبارات الاقتصادية أى مجتمع ، وتكون $\frac{\text{المنفعة Benefit}}{\text{التكلفة Cost}}$ هى المعادلة الصعبة المطلوب تحقيقها دائماً ، ويعمل الإنسان جاهداً على رفع هذه النسبة . ومن هنا يلزم أن يتجه الاعتبار الاقتصادى فى مكافحة الآفات فى هذه الناحية ، مع عدم إغفال أن عناصر التكلفة تشمل مدى تلوث البيئة بالمبيدات ، والأضرار الناجمة على صحة الإنسان نتيجة استخدام المبيدات ، ومدى الخفض فى تعداد الأعداء الحيوية ، ومدى تكلفة تسجيل المبيد الكيميائى ، ومدى مقاومة الحشرة لفعل المبيد ، ومدى ظهور الآفة بشكل وبائى عقب استخدام المبيد .

وبعد ٣٠ عاماً من هذا الكم الرهيب لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، يجب على جميع المهتمين بمجال مكافحة الآفات وضع اعتبارات التكلفة الاقتصادية ، لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات فى الحسبان ، تلك الاعتبارات التى تهدد الآن إمكانية مكافحة الآفة ، وناقلات الأمراض .

(أ) ارتفاع تكلفة المبيدات الحشرية

لم يكن هناك أى تأثير اقتصادى مباشر عند أول ظهور للمقاومة المشتركة فى الحشرات ذات

الطبيعة الاقتصادية ، حيث كانت مركبات الزرنيخ ، والمركبات الكلورينية العضوية منخفضة التكاليف . وفى عام ١٩٦٩ ارتفع سعر الرطل من المبيد فى أمريكا إلى ٠,٢٦٦ دولاراً لزرنيخات الرصاص ، ٠,١٧٥ دولاراً للـ د.د.ت ، ٠,١٣ دولاراً لسادس كلوريد البنزين ، ٠,٢٢ دولار للتوكسافين ، ٠,٥٩ دولار للكلوردان . وقد أتاح انخفاض هذه التكاليف الفرصة لإمكانية استخدام المبيدات بتكلفة ضعيفة ، مما شجع على تكرار المعاملة ، فأدى ذلك إلى الدخول فى طاحونة المبيدات لدرجة وصلت فيها مرات المعاملة بالمبيدات على القطن حوالى ٥٠ ــ ٦٠ معاملة فى الموسم الواحد .

وزادت أسعار المبيدات القديمة بسرعة هائلة مع التضخم العالمى ، حيث ارتفعت أسعارها فى الفترة من ١٩٧٠ إلى ١٩٧٧ ، من ٠,٦٩ دولارًا إلى ١,٨٣ دولارًا للرطل بمعدل زيادة قدرها ٢١,٧٪ سنويًا (أى تضاعفت خلال ٣,٢ عام) . وقد بلغت الزيادة بالنسبة للـ د.د.ت من ٠,١٧٧ إلى ٠,٣٤ دولارًا ، والتوكسافين من ٠,٢٢ إلى ٠,٣٨ دولارًا ، والكلوردان من ٠,٥٩ إلى ١,٠٥ دولارًا ، والميثيل باراثيون من ٠,٥٥ إلى ٠,٩٦ دولارًا ، والملاثيون من ٠,٧٩ إلى ١,٠٢٥ دولارًا . ويرجع هذا الاتجاه إلى التضخم كما قلنا ، بالإضافة إلى ارتفاع أسعار البترول . وقد أدى إلى زيادة أسعار المحاصيل . كما أدت المقاومة المتعددة إلى إحداث تأثيرات أكبر ، حيث استخدم ١٧ مبيدًا حشريًا مختلفًا فى مزارع الدانمرك ، لمكافحة الذبابة المنزلية فى الفترة من ١٩٤٥ حتى ١٩٧٧ ، بمعدل فترة حياة فعالة تصل إلى ٣ أعوام لكل مبيد . حيث استمرت الجينات المقاومة للـ د.د.ت ، والسيكلودايين لأكثر من ٢٠ عاماً . وقد ظهرت المقاومة للدايمثويت بعد شهرين من المعاملة . وفى مصر استخدم حوالى ١٩ مبيدًا حشريًا مختلفًا فى الفترة من ١٩٦١ حتى ١٩٧٥ ، لمكافحة دودة ورق القطن . ولا تزيد فترة فاعلية المبيد عن ٢ ــ ٤ سنوات ، كما لا يظهر أى انعكاس للمقاومة خلال ١١ عامًا (السباعى ــ ١٩٧٧) .

وقد ازدادت صعوبة اكتشاف مبيدات جديدة ، بالإضافة إلى ارتفاع تكلفة معامل التخليق والتقييم . أضف إلى ذلك أن معظم المركبات الحديثة ، مثل البيرثرويدات المصنعة ، ومنظمات النمو فى الحشرات تعتبر ــ من الناحية الكيميائية ــ مركبات أكثر تعقيدًا ، حيث تحتاج مركبات البيرثرويدات إلى ١٣ مرحلة حتى يتم تخليقها ، بينما ينتج الـ د.د.ت من خطوة تخليقية واحدة . وتنعكس هذه الاختلافات فى خفض كمية المنتج النهائى ، كما ازدادت تعقيدات متطلبات تسجيل المبيد (الباب الأول) .

وتؤدى جميع العوامل السابقة إلى وصول سعر البيرثرويدات المصنعة ، ومنظمات النمو فى الحشرات إلى ٤٠ ــ ٥٠ دولاراً/ رطل أو أكثر ، أى أن الزيادة وصلت إلى ١٠٠ ضعف ، بالمقارنة بالـ د.د.ت ، والتوكسافين . وهذه المركبات الجديدة فعالة جدا ، إلا أنه لا يجب التوسع فى استخدامها فى الوقت الحالى خوفًا من ظهور المقاومة المتعددة ، والتى سوف تؤدى إلى خفض النسبة بين المنفعة والتكاليف فى استخدام المبيدات .

(ب) تأثير المقاومة على الحد الحرج الاقتصادى

Effect of resistance on economic threshold

من المعروف أن المركبات الكلورينية أعطت حماية رخيصة التكلفة لمحصول الذرة فى الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة من ١٩٥٢ ــ ١٩٦٢ ، وذلك حينما كانت تكلفة المعاملة ١,٥ رطلاً مبيد/فدان باستخدام الألدرين أو الهبتاكلور تساوى ٢,٢ دولاراً / فدان ، وبلغ العائد الاقتصادى فى ذلك الوقت إلى نسبة ١ : ٤,٢٥ دولارًا ، بمعنى أن كل دولار يصرف يعطى عائدًا يصل إلى ٤,٢٥ دولارات . وقد أدت هذه الحماية الرخيصة إلى القناعة الكاملة لدى المزارعين بضرورة استخدام المبيدات دون النظر إلى تعداد آفة مثل دودة جذور الذرة ، أو دون النظر إلى ما يسمى بالحد الاقتصادى الحرج (وهو مستوى الإصابة الأقل من الحد الاقتصادى للضرر) .

وقد أوضحت الدراسات التفصيلية من ولاية ألينوى بالولايات المتحدة الأمريكية أنه فى خلال الفترة من ١٩٦٤ إلى ١٩٧٣ ، أعطى استخدام المبيدات ضد دودة جذور الذرة معدل ربح يصل إلى ٤,٣٢ دولارات/فدان . وبلغ متوسط ربح مزارعى الولاية حوالى ٢٤,٩٧٨,٨١٠ دولار . وقد أدى ارتفاع مستوى مقاومة دودة جذور الذرة للمبيدات ، وارتفاع تكلفة استخدام المبيدات الجديدة إلى انخفاض جاذبية هذا الشكل من الحماية . وأدى استخدام المبيدات فى عام ١٩٦٨ ــ ١٩٧٠ ، إلى إنقاذ حوالى ١,٦ بوشل/فدان ، وفى عام ١٩٧٠ بلغ متوسط محصول الذرة ١,٣٣ دولاراً/بوشل بربح يصل إلى ١ دولار : ١ دولار ، واستخدم خلال هذه الفترة مبيد Carbofuran بمعدل ١ رطل/فدان بتكلفة ٧,٥ دولارات/فدان ، ووفرت هذه المعاملة حوالى ١٣,٧ بوشل/فدان . وفى عام ١٩٧٥ بلغ متوسط محصول الذرة ٢,٥٤ دولار/بوشل ، ووصلت تكلفة معاملة التربة بمبيد الكاربوفوران حوالى ٧,٥ دولاراً/فدان ، محققًا توفيرًا يصل إلى ٤٣,٨ دولاراً بنسبة ١ دولار : ٤,٠٩ دولارات . وقد ارتفعت أسعار المبيدات بمعدل ٢١,٧٪ سنويا ، وفى عام ١٩٧٩ كلفت المعاملة بمبيد الكاربوفوران ١٠ دولارات/فدان ، كما بلغ سعر الذرة ٢,٢ دولار/بوشل ، مما يوحى بأن أقصى نسبة بين المنفعة والتكلفة هى ٣ : ١ .

ولتقييم تأثيرات تكلفة المبيدات ، وأسعار الذرة المختلفة فى ظل الحد الحرج الاقتصادى لدودة جذور الذرة ، أشار Taylor عام (١٩٧٥) إلى أنه فى الفترة من (١٩٥٦ــ١٩٦٢) كان سعر الذرة دولار واحد/ بوشل ، وتكلفت المعاملة بالألدرين ٢,٢ دولار/ فدان . وعليه .. كان الحد الحرج الاقتصادى بمعدل حشرة واحدة/نبات .وفى عام ١٩٧٥ بلغ العائد ٢,٥٤ دولار/ بوشل ، بينما وصلت تكلفة المعاملة بمبيد الكاربوفوران حوالى ٧,٥ دولارات/فدان ، لذا كان الحد الحرج الاقتصادى بمعدل ٣ حشرات كاملة/نبات . وفى عام ١٩٧٩ بلغ العائد ٢,٢ دولار/ فدان ، وعليه .. وصل الحد الحرج إلى أكثر من ٥ خنافس كاملة/ نبات . وقد أوضح Taylor أن هذا الحد الحرج نافع ومفيد فى تحديد البدائل الاستراتيجية لمكافحة الآفة المستهدفة ، والتى يمكن ذكرها فى النقاط التالية :

إن المعدلات المذكورة أعلاه بالنسبة لكل Acre (٤٠٤٧ م٢) ، وقد تم ذكرها بالفدان (٤٢٠٠ م٢) تسهيلاً لما هو موجود فى مصر .

١ ــ دورة زراعية بين الذرة ، وفول الصويا .
٢ ــ المعاملة الدائمة لمبيدات التربة .
٣ ــ عدم معاملة المبيدات الحشرية للتربة .
٤ ــ استخدام نظام التحكم المتكامل للآفة (IPM) ، مع اعتبار الحد الحرج الاقتصادى .

ونظرًا للزيادة المستمرة فى تكلفة المبيدات ، ولزيادة المقاومة للمبيدات البديلة ، للتضخم الاقتصادى الذى يحكم أسعار المحصول ، فإن الطريقتين ١ ، ٣ لا تكلف المزارع ، ولذا تعتبران أكثر قبولاً .

٣ ــ تنظيم المبيدات

(أ) خفض الضغط الانتخابى — Reduced Selection pressure

يمكن خفض الضغط الإنتخابى الناشىء عن استخدام المبيدات بمراعاة العناصر التالية :

١ ــ تقليل عدد مرات المعاملة بالمبيدات .
٢ ــ تقليل المساحة المعاملة بالاكتفاء ، وذلك بمعاملة بعض الصفوف ، أو القطع المصابة بالحقل .
٣ ــ تجنب استخدام المبيدات التى تتميز بطول فترة ثباتها فى البيئة .
٤ ــ تقليل استخدام معاملات المتبقيات .
٥ ــ تجنب المعاملات التى تؤدى إلى الضغط الانتخابى لكل من طورى اليرقة ، والحشرات الكاملة
٦ ــ استخدام الأصناف النباتية المقاومة ــ الدورة الزراعية ــ الأعداء الحيوية ــ أمراض الحشرات ، وغيرها من الطرق غير الكيميائية فى برامج المكافحة .

ويعرف تكامل هذه العناصر بالتحكم المتكامل للآفات على وجه التقريب .

(ب) تنظيم استخدام المبيدات — Management of pesticides

يؤدى الاختيار السليم للمبيد ، والطريقة المثلى للتطبيق إلى خفض مستوى مقاومة الحشرة للمبيد ، أو حفظ حساسية الحشرة للمبيد . ولعل الأمر يحتاج إلى معلومات أكثر عن العوامل الوراثية ، والفسيولوجية ، والبيوكيميائية المرتبطة بالمقاومة المتعددة ، ودراسة ارتباط وعبور العوامل الجينية لأنواع المقاومة ، والعلاقة بين المقاومة والسلوك . وفيما يلى نموذج مقترح لهذا التطبيق :

١ ــ استخدام وسيلة تحذيرية لتعداد الآفة ، بحيث يمكن معرفة مستوى الحساسية ، واكتشاف أى احتمال لظهور المقاومة . ويمكن تحقيق ذلك باستخدام طرق كشف المقاومة التى أقرتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) عام ١٩٧٧ .

٢ ـــ تجنب استخدام مخاليط المبيدات ، وذلك لأن نتائج الأبحاث تشير إلى التطور الذاتى لمقاومة الآفة لمكونات المخلوط .

٣ ـــ إطالة فترة الحياة الفعالة للمبيد الجيد قدر الإمكان ، وذلك باستخدام وسائل التحذير لمعرفة درجة الحساسية ، ودرجة إحلال مبيد جديد قبل فشل المبيد الآخر فى المكافحة .

٤ ـــ اختيار المبيدات البديلة ، وكيفية تتابعها بناءً على اعتبارات وراثية للمقاومة المشتركة ، أو المقاومة المتعددة .

وقد أدى الاختيار الجيد للمبيد إلى بقاء مبيد الميثايل كلوربيريفوس فى مكافحة بعض ناقلات الأمراض ، وإحلال الأزينوفوس ميثايل محل الـ د.د.ت فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى ، وإحلال مبيد الكربوفيوران محل الألدرين فى مكافحة خنافس جذور الذرة ، وإحلال مبيد الفينفاليرات محل الميثايل براثيون فى مكافحة دودة اللوز **Heliothis virescens** على القطن .

وقد أوضحت الدراسات المستفيضة على مقاومة الذباب المنزلى فى الدانمارك أن الاختيار غير السليم للبديل من المبيدات قد يؤدى إلى فشل عملية المكافحة فى المستقبل . وعلى سبيل المثال .. نجد أن مقاومة الـ د.د.ت يعبر عنها بنظام Kdr ، وهى تتميز بالمقاومة المتعددة للبيرثرويدات ، لذا لا يسمح الآن باستخدام مستحضرات البيرثرويدات فى الدانمارك حتى تظل هناك مساحة لإمكانية استخدام هذه المركبات مستقبلاً . وتتضمن المقاييس الواجب اعتبارها ما يلى :

١ ـــ استخدام المبيدات الحشرية التى لها عامل بسيط للمقاومة ، وتتميز بمقاومة مشتركة ضعيفة ، أو مقاومة محدودة مثل الملاثيون .

٢ ـــ تجنب استخدام المبيدات الحشرية ذات المقاومة المتعددة المعقدة ، مثل الديازينون .

٣ ـــ تجنب أو تأخير استخدام المبيدات المؤثرة على نفس النظام المستهدف ، مثل البيرثرويدات

٤ ـــ استخدام معاملات بديلة للمبيدات الحشرية وتغيرها قبل ظهور مقاومة لفعلها .

وفى النهاية تصبح هناك ضرورة ملحة لوضع استراتيجية شاملة لتنظيم استخدام المبيدات لإطالة فترة استخدام المركبات المتاحة ، والتى قد تفيد فى برامج التحكم المتكامل (IPM) . وتتطلب هذه الاستراتيجية تفهمًا أكثر لنظم الآفة البيولوجية ، وتعاون كافة القائمين بالمكافحة ، بالإضافة إلى إجراء مزيد من الدراسات الاقتصادية ، والاجتماعية ، والنفسية . ويصبح من الضرورى كذلك أن تتطور طرق مكافحة الآفات على المحاصيل التى تعامل بكثافة شديدة بالمبيدات ، مثل : القطن ، والذرة ، والفواكه المتساقطة . وعموماً .. فإنه إذا لم يتم تنظيم استخدام المبيدات بشكل نموذجى ، فستظل مشكلة المقاومة من أكبر الصعوبات التى تقف حائلاً فى سبيل تحقيق المكافحة الفعالة للآفات لصالح الإنسان ، وبيئته التى يعيش عليها .

ثامنًا : التحكم فى مقاومة مفصليات الأرجل

Management of resistance in arthropods

١ ـ مقدمة

اهتم علماء الحشرات والمبيدات منذ ظهور مقاومة الحشرات لفعل المبيدات بفهم العوامل المسئولة عن نمو ، وتطور ، وإظهار المقاومة . وقد أشار ميلاندر عام ١٩١٤ إلى أن مقاومة الحشرة القشرية (سان جوزى) تجاه مخلوط الجير والكبريت ترجع إلى عدم التغطية الكاملة للسطح المعامل بالمبيد ، وإلى أسباب وراثية ، كما أشار إلى توقع حدوث مقاومة الحشرة القشرية لزيوت الرش ، ولذا .. اقترح إدخال سلالة ضعيفة تشترك مع السلالة الشديدة المقاومة الموجودة فعلاً ، حتى تعيد التجمع الحشرى الحساس مرة ثانية . وقد ازدادت حدة المقاومة بعد إدخال الـ د.د.ت ، حيث ارتفعت معدلات نمو المقاومة تجاه المبيدات الكلورينية ، والفوسفورية العضوية ، والبيرثرويدات المخلقة حديثاً ، وتشمل القائمة الآن حوالى ٤٢٨ نوعاً من مفصليات الأرجل التى أظهرت مقاومة للمبيدات . وقد تقدمت الدراسات الوراثية ، والفسيولوجية ، والبيوكيميائية الخاصة بالمقاومة ، بينما لم يكن هناك تقدم جوهرى فى كيفية التغلب على الحشرات ، أو تأثير تطور المقاومة ، ولعل الدراسات والاكتشافات الحديثة للمبيدات ، وزيادة الاتجاه نحو استراتيجية التحكم المتكامل للآفات تضفى جوا من التفاؤل فى هذا الصدد .

ومن أمثلة المبيدات الحديثة المكتشفة أخيرًا ، مشابهات هرمون الشباب ، ومثبطات تخليق الكيتين ، وبعض مشتقات المركبات الفوسفورية العضوية ، والكاربامات ، وبعض البيرثرويدات المخلقة ، وكذا بعض سلالات البكتيريا المفرزة للتوكسين . ولهذه الاكتشافات دور معنوى فى إمدادنا ببعض المركبات الجديدة التى تخفف من حدة الاعتماد على مبيد واحد . ويصبح التوصل إلى حل مشكلة المقاومة أمرًا بالغ الصعوبة ، مع ظهور المركبات الحديثة طالما أن هناك صعوبة فى التعرف على مناعة المبيد فى نمو المقاومة .

وقد تصاعدت الآن فكرة برامج IPM بشكل هائل ، إذ تتكامل الوسائل الكيميائية مع غير الكيميائية بغرض تقليل الضغط الانتخابى الكيميائى ، وتأخير نمو المقاومة بالتالى . وهناك الآن اقتناع بأن استراتيجية IPM هى الحل الأمثل لظاهرة المقاومة . وحتى تبقى هذه الفلسفة صالحة للتطبيق ، لابد من التأكد من عدم ظهور المقاومة ، وذلك لأن أى تغير فى المبيد قد يؤدى إلى إنهاء دور المكافحة الحيوية داخل نظام IPM ، لذا .. فهناك حاجة ماسة لمركبات كيميائية حديدة نستخدمها دون مخاطر .

أشار معظم العلماء إلى أن هناك حلولاً دائمة لمشكلة المقاومة ، تعتمد على تقليل الضغط الانتخابى

بالمادة الكيميائية . ونحن هنا نهتم فى المرتبة الأولى بالتقدم فى دراسة ديناميكية المقاومة ، وقياسها حتى تساعدنا فى التحكم فيها .

٢ ــ ديناميكية المقاومة Dynamics of resistance

من الحقائق الثابتة أن معدل نمو المقاومة ظاهرة تختلف كثيرًا باختلاف الأنواع ، حيث تظهر المقاومة ببطء فى بعض الأنواع ، بينما تنمو بسرعة فى البعض الآخر . وقد تظهر المقاومة فى النوع الواحد بسرعة تحت ظروف معينة وقد تتباطىء ، أو تنعدم تحت ظروف أخرى . ومن المعتقد أن أهم المتطلبات فى الكيميائيات المستخدمة فى المكافحة هى معرفة مدى تأثير زيادة الضغط بالمبيد الحشرى على التعداد المستهدف ، أو بمعنى آخر معرفة مدى أبسط مخاطر حدوث المقاومة فى التعداد المستهدف . وقد أشار علماء الوراثة منذ ثلاثين عامًا إلى أن المقاومة عبارة عن ظاهرة تطورية Evolutionary phenomenon. وقد اختبر معظم العلماء مدى نمو وثبات وانحدار المقاومة فى أنواع حشرية مختلفة ، خاصة البعوض ، والذباب المنزلى . وتظهر حالات المقاومة ، فى معظم أنواع الحشرات ، العديد من الخصائص البيولوجية والوراثية ، وقد أصبح من السهل اختبار ديناميكية المقاومة . كما أتاحت علوم الحاسبات الإلكترونية كثيراً من التقدم فى سبيل معرفة ، وإلقاء الضوء على أهم العوامل المؤثرة على تطور المقاومة .

وهناك اقتناع كامل بأن تطور المقاومة يتحدد بواسطة كثير من العوامل الوراثية ، والبيولوجية ، والتطبيقية والتى تهدد درجة الضغط الانتخابى تحت الظروف البيئية . وقد قسمت هذه العوامل حديثًا إلى مجموعة من الأقسام هى :

(أ) عوامل وراثية

١ ــ تكرار جين المقاومة .

٢ ــ عدد جينات المقاومة .

٣ ــ سيادة جينات المقاومة .

٤ ــ الانتخاب السابق بالمبيدات الأخرى .

٥ ــ مدى تكامل جين المقاومة مع عوامل البقاء .

(ب) عوامل بيولوجية

١ ــ عوامل بقائية :

ــ دورة الجيل .

ــ التعداد فى كل جيل .

ــ نوع التكاثر ، وعدد مرات التزاوج .

٢ ــ عوامل سلوكية :

ــ الحركة ، والهجرة .

ــ طبيعة التغذية (قليل العوائل ــ عديد العوائل) .
ــ استمرار البقاء ، أو الدخول فى طور البيات .

(جـ) عوامل تطبيقية

١ ــ المبيد الكيميائى :
ــ طبيعة المبيد الكيميائى .
ــ العلاقة مع المبيدات المستخدمة من قبل .
ــ ثبات متبقيات المبيد ، ونوع المستحضر .

٢ ــ الاستخدام :
ــ الحد الحرج للاستخدام .
ــ طريقة الاستخدام .
ــ الطور المنتخب .
ــ المساحة التى تم فيها الانتخاب .

وتعتبر العوامل الوراثية والبيولوجية عوامل متعلقة بالعشيرة ، وبالتالى فهى خارجة عن سيطرة ، وتحكم الإنسان ، ولكن من الضرورى تقديرها لتحديد مخاطر المقاومة على المجموع المستهدف . وعلى العكس .. نجد أن العوامل الخاصة بالتطبيق Operational Factor من صنع الإنسان ، وبالتالى فهى تقع فى مجال سيطرته وتحكمه ، ويمكن تعديلها بناءً على مخاطر المقاومة الناجمة عن العوامل الوراثية والبيولوجية .

وقد تؤثر بعض هذه العوامل تحت ظروف خاصة على المقاومة ، لذا يلزم إجراء دراسات خاصة للتوصل إلى الطرق العملية لتنظيم المقاومة . وقد اختبرت الدراسات الحديثة بشكل خاص الدور النافع للأفراد الحساسة التى تهاجر إلى البيئة المعاملة ، وكذلك تأثير الجرعة على سيادة جين المقاومة ، ودور تدهور معدلات متبقيات المبيدات . وقد أعطت هذه الدراسات معلومات مفيدة عن التحكم فى المقاومة . ويبقى الوصول إلى هذا الهدف أمرًا بالغ الصعوبة نظرًا للنقص فى النتائج الكمية لمعظم المعايير الحرجة . والمثال الناجح فى التوصل إلى التحكم فى المقاومة يرتبط بوضع استراتيجية طويلة المدى فى ظل المكافحة المتكاملة لقراد الماشية فى استراليا . وتتضمن هذه الاستراتيجية استخدام نوع قراد الماشية المقاوم كأساس فى مكافحة القراد ، وعمل حجر زراعى دقيق لمنع انتشار القراد المقاوم ، مع مراعاة التوقيت المناسب للمكافحة ، وتخفيف عدد مرات المكافحة بالمبيدات الأكاروسية لتقليل مرات الانتخاب ، واستخدام تركيز عال من المبيد الأكاروسى لتقليل احتمال حياة الأفراد المقاومة .

٣ ــ التحكم فى المقاومة Resistance Management

يعتبر خفض الضغط الانتخابى وسيلة لتأخير أو تجنب تطور المقاومة ، وتقدم برامج IPM الآن الفرصة لإحداث النقص فى الضغط الانتخابى الكيميائى ، وذلك بإدخال وسائل أخرى للمكافحة ،

مثل : الأعداء الحيوية ، وأمراض الحشرات ، والوسائل الزراعية ، ومقاومة العائل النباتى ، وغيرها من الوسائل غير الكيميائية . وقد أشار Brown عام (١٩٧٦) إلى أن استخدام جميع وسائل المكافحة معًا فيما يسمى بالمكافحة المتكاملة ــ أو التحكم المتكامل ــ فى الآفات يعتبر من أفضل الطرق لخفض مستوى المقاومة . وقد أوضح أن استمرار اعتماد المحاصيل الزراعية على المبيدات الكيميائية لحمايتها يتطلب التحكم فى استخدام المبيدات .

يعتمد التطبيق الأمثل لبرامج IPM على استراتيجية واضحة لاستخدام المبيدات التى تظهر الآفة تجاهها أقل مستوى من المقاومة ، وتعرف الحساسية للمبيدات فى هذه الحالة بأنها استنزاف للوسائل الطبيعية .

وتقع وسائل التحكم فى المقاومة تحت ثلاث مراتب رئيسية :

(أ) التحكم بالاعتدال .

(ب) التحكم بالتشبع .

(جـ) التحكم بالهجوم المتعدد .

وقد أدخل اصطلاحا التحكم بالاعتدال ، والتحكم بالتشبع بواسطة Sutherst & Comins عام (١٩٧٩) ، للتعبير عن استخدام التباين (تركيزات عالية وتركيزات منخفضة) على العشيرة المستهدفة ، وذلك إما أن تبدل العشيرة العجز الشديد فى جينات الحساسية ، أو تبطلها كلها ، بينما نجد أن اصطلاح الهجوم المتعدد يستخدم لتعريف المعاملة ذات التعدد المباشر للضغط الانتخابى الكيميائى سواء على المدى القصير أو الطويل . ولا تعتبر هذه الوسائل الثلاث بدائل لبعضها البعض ، بل يمكن استخدامها معًا من خلال التكامل . وفيما يلى أهم عناصر استراتيجية التحكم فى المقاومة :

(أ) التحكم بالاعتدال

١ ــ خفض الجرعة .

٢ ــ تقليل مرات المعاملة .

٣ ــ استخدام مبيدات لها فترة ثبات بيئى قصير .

٤ ــ توجيه الانتخاب إلى طور الحشرة الكاملة .

٥ ــ المعاملة المحلية ، وتخفيف مستوى التطبيق على نطاق واسع .

٦ ــ ترك مجموعة من الأجيال دون معاملة .

٧ ــ زيادة مستوى الحد الحرج الاقتصادى .

(ب) التحكم بالتشبع

١ ــ إبطال مفعول نظم السمية باستخدام المنشطات .

٢ ــ إبقاء جين المقاومة على الحالة المتنحية .

(جـ) التحكم بالهجوم المتعدد

١ ــ مخاليط الكيميائيات .

٢ ــ تغير الكيميائيات .

(أ) التحكم بالاعتدال **Management by moderation**

بنيت فلسفة هذه الطريقة على أن جينات الحساسية هى عبارة عن مواد هامة يجب الحفاظ عليها ، ويمكن التوصل لذلك من خلال خفض الضغط الانتخابى . ويمكن توضيح عملية الانتخاب من خلال منحنيات التوزيع التكرارى للأفراد الحساسة (ss) ، والهجين Hybrid (Rs) ، والمقاومة (RR) .

وعموماً .. نجد أن الجينوتايب الحساس Genotypes هو الأكثر شيوعًا ، مع وجود حالات نادرة تحتوى على عدم التماثل Heterozygous الخاصة بالمقاومة . ويوجد تكرار جينات المقاومة فى عشيرة حقلية غير منتخبة (بناءً على معدلات الطفرات) ما بين ٠,٠٠١ ـــ ٠,٠٠٠١ ، وعموماً .. تطبق المبيدات دائمًا بجرعات مميتة للأفراد الحساسة ، ولكنها تستبقى الأفراد المقاومة المحتوية على صفة التماثل ، أو عدم التماثل فى المقاومة . وعليه .. نجد أن استمرار الضغط يؤدى إلى تبديل الجينوتايب جهة المقاومة .

نلاحظ أن لا يتم قتل كل الأفراد الحساسة عند المعاملة بجرعة منخفضة LD_{90} ، أو أقل حيث يمكن الاحتفاظ بجينات الحساسية بمعدل كاف فى العشيرة ، مما يؤخر ظهور المقاومة . وبنفس الكيفية .. نجد أن عدم التغطية الكاملة تسمح للأفراد الحساسة بالحياة فى المناطق غير المعاملة ، أو ما يطلق عليه Refugia . بالإضافة إلى ذلك .. نجد أن بقاء حد حرج عال من الكثافة العددية للمعاملة بالمبيدات يؤدى إلى تقليل عدد مرات المعاملة ، وبالتالى خفض الضغط الانتخابى الكلى .

وقد تبدو وسائل التحكم بالاعتدال غير عملية ، ولكن لو تذكرنا مدى ما يمكن أن تحدثه المقاومة ، فسوف نعيد التفكير مرة ثانية فى إمكانية هذه الوسائل التى تحتاج إلى التكامل مع طرق فعالة غير كيميائية .

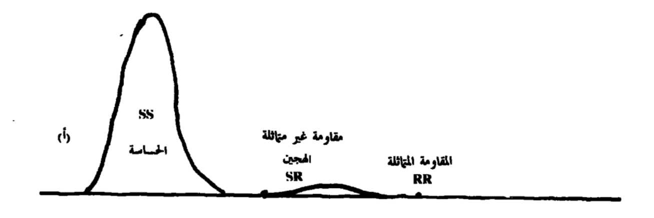
(ب) التحكم بالتشبع **Management by saturation**

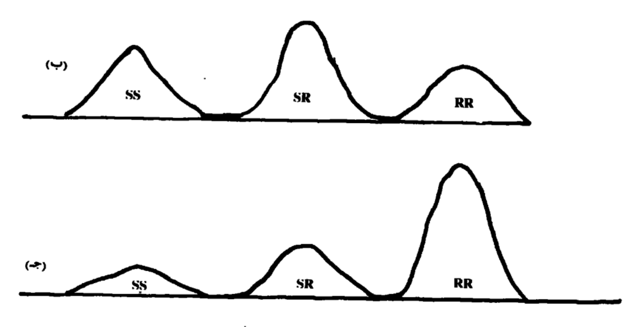
بينما لايؤثر التحكم بالاعتدال على الوسائل البيولوجية ، إلا أن مدى انعكاس ذلك الأسلوب على إنتاجية المحصول غير معروف ، كما أن إمكانية بقاء الحشرات الناقلة للأمراض فى مستوى كثافة منخفض أمر مشكوك فيه ، لذا ظهرت وسيلة التحكم بالتشبع وهى لا تعنى تشبع البيئة بالمبيدات ، بل تعنى تشبع نظم المقاومة داخل الحشرة بجرعات من المبيد بحيث يبطل مفعولها .. ويمكن تحقيق ذلك بالوسائل التالية :

١ ــ الإبقاء على جين المقاومة بشكل متنح

Rendering resistant genes functionally recessive

من المعروف أن المقاومة تنمو وتطور بسرعة فى حالة سيادة جين المقاومة Dominant ، بينما تنمو





شكل (٢ — ٧) : التغير فى تكوارات الأفراد الحساسة ، ذات المقاومة غير المتماثلة والأفراد ذات المقاومة المتماثلة تحت الضغط الانتخابى المستمر من أ حتى جـ .

ببطء إذا كان جين المقاومة متنحيًّا Recessive ، وعليه .. فإن التحكم بالتشبع يهدف إلى الإبقاء على جين المقاومة بشكل متنح ، وذلك باستخدام جرعات عالية من المبيد مميتة لكل من الأفراد الحساسة ، والأفراد المقاومة غير المتماثلة . وعند قتل الأفراد التى تحتوى على جينات غير متماثلة ، تقل جينات المقاومة ولا تظهر المقاونة . ومن المعروف عدم وجود الأفراد المقاومة التى تحتوى على جينوتايب متماثل فى العشائر غير المعاملة ، ويرجع ذلك للانخفاض المتناهى فى تكرار جين المقاومة قبل استخدام المبيد ، وعليه .. تعتبر هذه الوسيلة فعالة ضد العشائر غير المنتخبة ، ولا ينصح باستخدامها بعد تمام الانتخاب . كما تعتبر هذه الوسيلة عملية عندما تستخدم جرعات عالية من المبيد ، تتميز بقدرتها على التحلل السريع ، أو قلة سميتها للثدييات ، مثل : مشابهات هرمون

الشباب ، أو توكسينات البكتيريا . ولعل الحاجة قد أصبحت ماسة الآن لاستحداث وسائل أخرى للتطبيق ، يمكن من خلالها استخدام تركيزات عالية من المبيد تصل إلى الآفة المستهدفة فقط ، مثل : استخدام المبيدات الجهازية ، أو الجاذبات ، أو استخدام المبيد فى كبسولات صغيرة .

٢ ـــ إبطال فقد مفعول السم بالمنشطات Suppression of detoxication by synergists

تعمل المنشطات على تثبيط فعل الإنزيمات المحدثة لفقد السمية فى المبيدات ، وبالتالى تعمل على خفض الميزة التخصصية للأفراد فى إنتاج مثل هذه الإنزيمات . وقد عرفت هذه الميزة الحيوية للمنشطات عند استخدام مركب Chlorfenthol كمنشط مع الـ.د.د.ت ، حيث يعمل كمثبط منافس لإنزيم Dehydrochlorinase ، بينما أدى الانتخاب تحت ظروف المعمل باستخدام الكارباريل مع البيرونيل بيوتوكسيد (كمثبط لإنزيمات الأكسدة Oxidases) إلى النمو المرتفع للمقاومة تجاه المخلوط .

ويعتمد استخدام المنشطات فى وقف المقاومة على غياب النظام الميكانيكى البديل والفعال لإظهار المقاومة فى العشيرة المستهدفة . وقد عوملت حديثاً سلالات بعوض الكيولكس ذات المقاومة المرتفعة لبعض المبيدات الفوسفورية العضوية . ولم ينجح استخدام البيرونيل بيوتوكسيد فى مخلوط من هذه المبيدات التى تتميز بمشابهتها للأوكسون فى إظهار التنشيط ، مما يوضح أن المقاومة لاتعزى إلى إنزيمات Oxidases . وفى المقابل .. تعمل المعاملة بمخلوط من مثبط الإستريز (DEF) على خفض المقاومة للمستوى الموجود فى السلالة الحساسة ، وذلك يبرهن على أن هذه السلالة تحتوى فقط على الإستريزات كنظام ميكانيكى مقاوم .

وقد ظهرت حديثاً بعض مثبطات نظم المقاومة ، مثل : IBP (Kitazin -P) وهو عبارة عن مبيد فطرى يستخدم فى مكافحة مرض ذبول الأرز Rice blast ، وله القدرة على التنشيط القوى للملاثيون فى السلالات المقاومة لهذا المبيد ، وذلك من خلال قدرته على تثبيط إنزيم Carboxyl esterase . كما يظهر الفعل التنشيطى الضعيف للـ IBP مع المبيدات التى لا تحتوى على مجموعات كربوكسيل إستر . ويوضح ذلك أن هذا المنشط قد يثبط طرق فقد السمية الأخرى ، مثل : GSH-S-transferase ، أو Phosphotriesterase . وسوف تتم مناقشة التعرض لهذه المنشطات فيما بعد تفصيليا .

(جـ) التحكم بالهجوم المتعدد Management by multiple attack

تهدف هذه المجموعة من الوسائل الكيميائية إلى الوصول للمكافحة من خلال الفعل المتعدد المستقل . وقد يكون أى ضغط انتخابى لإحدى هذه الوسائل أقل من الحد اللازم لتطور ونمو المقاومة . وتنشأ الفكرة من التأثير على أهداف متعددة Multi-site action بواسطة السموم التى استخدمت قديما ضد الحشرات ، وأمراض النبات ، مثل : الزرنيخات ، وكبريتات النحاس ، وبالرغم من أن هذه المركبات الكيميائية ليست منيعة تماماً ضد إظهار المقاومة ، إلا أن استمرار استخدامها لفترة طويلة يرجع إلى تأثيرها على أكثر من نظام بيوكيميائى . وبالطبع لا يمكن الرجوع مرة ثانية إلى استخدام الزرنيخات فى المكافحة . ولكن يعتبر استخدام مخاليط المبيدات ، ودورة

التطبيق من وسائل التأثير على أهداف متعددة . كما تعتبر المخاليط ، والدورات من الوسائل التى تعمل على خفض مدة الضغط الانتخابى .

١ ــ مخاليط المبيدات Insecticide mixtures

يفترض استخدام المخاليط كوسيلة مضادة للمقاومة Anti- resistance ، ويلاحظ أن ميكانيكية المقاومة تختلف باختلاف المجموعات الكيميائية ، كما توجد بمعدل تكرارى منخفض ، فضلاً على أنها لا توجد معاً فى أى فرد من أفراد العشيرة .

وهناك بعض المتطلبات التى يلزم توافرها حتى يكتب للمخلوط النجاح ، حيث يقلل الفعل التنشيطى بين مكونات المخلوط ميزة الاختلاف بين الأفراد ، والتى تظهر المقاومة ، وتسرع بالتالى من درجة نجاح المخلوط . ولهذا الفعل ميزات اقتصادية ، فقد أشار Nolan & Roulston عام ١٩٧٩ إلى أن التجارب الحقلية ضد قراد **Boophilus microplus** باستخدام مخلوط من Ethion ، Pyrethroid تحتاج فقط إلى جرعة LD_{50} ، LD_{25} من كل من مكونات المخلوط على الترتيب ، حتى تعطى إبادة كاملة ، بالاضافة إلى وجوب تشابه معدل تحلل مكونات المخلوط ، وضرورة تميزه بثبات بيئى قصير ومتساو . ويجب أن يبدأ استخدام المخلوط مبكراً ، وقبل أن يتم انتخاب المقاومة لإحدى مكونات المخلوط . وذلك على الرغم من أن هذا المطلب غير عملى ، خاصة إذا كان المخلوط مكوناً من زوج من المركبات لهما ارتباط سلبى فى السمية Negatively correlated toxicity ، أى أن المقاومة لإحدى مكونات المخلوط تكون مصحوبة بالإسراع من حساسية المكون الآخر ، والعكس صحيح .

وقد عرف استخدام المخاليط ضد أكثر من آفة منذ فترة طويلة ، إلا أنه لم يدرس مدى تأثير المخاليط على تأخير المقاومة بالقدر الكافى . ويجب أن يكون واضحًا أن فكرة المخاليط كمثبطات ، أو مانعات للمقاومة تحتاج إلى دراسات واسعة عن كيفية اختيار المركبات ، والمستحضرات ، وطريقة المعاملة . وقد يكون لاستخدام المخاليط تأثيرًا إيجابيًّا أو سلبيًّا أو عدم التأثير على المقاومة ، وقد ظهر فى حالات قليلة أن استخدام مكونات مخلوط مختلفة فى طريقة فعلها ، أو نظم فقدها للسمية يؤدى إلى تأخر واضح لمستوى نمو وتطور المقاومة .

وقد درس حديثاً الاستخدام المشترك للكيمائيات باستخدام ثلاثة مبيدات موصى بها تتميز بقلة مقاومتها المشتركة وهى : Temephos ، Propoxur ، Permethrin . وقد أجريت هذه الدراسة على بعوض الكيولكس **Culex quinquefasciatus** ، والذى يحتوى على جين المقاومة لكل من المركبات الثلاثة بمعدل تكرارى منخفض (٠,٠٢) بعد ستة أجيال من التربية ، وتعريضها بعد ذلك لضغط انتخابى لكل من المركبات الثلاثة منفصلة ، أو فى مخاليط زوجية . وبعد الجيل التاسع تم انتخاب كل عشيرة بمبيد واحد ، وأظهرت كل عشيرة مقاومة عالية لهذا المركب . ومما يؤكد ذلك أن الجينات المسئولة عن المقاومة (R) قد ظهرت عند استخدام مبيد واحد ، بينما أظهرت المخاليط بعض المقاومة فقط تجاه الـ Propoxur حينما كان هذا المبيد إحدى مكونات المخلوط . وقد توقفت المقاومة تجاه كل من Temephons ، Permethrin مع المخاليط والجرعات المستخدمة .

وتظهر أفضلية استخدام المخاليط لمكافحة الملاريا ، وذلك عند تطبيق المبيدات عديمة الصلة فى قطاعات مختلفة تشبه التبقع أو البرقشة Mosaic ، أو فى شكل متقاطع Grid ، وهذا بهدف تجنب انتخاب العشيرة بنفس نظام المقاومة الميكانيكى فى كل المناطق المعاملة ، وعليه .. فإن الحشرات التى لم تقتل وتنجح فى الهجرة إلى منطقة أخرى سوف تقتل عند تعرضها للمبيد المستخدم فى المنطقة المجاورة . وتعتمد هذه الاستراتيجية على معدلات الهجرة العالية بين القطاعات المختلفة . ويمكن رش كل حائط ، داخل المنازل ، بمبيد مختلف .

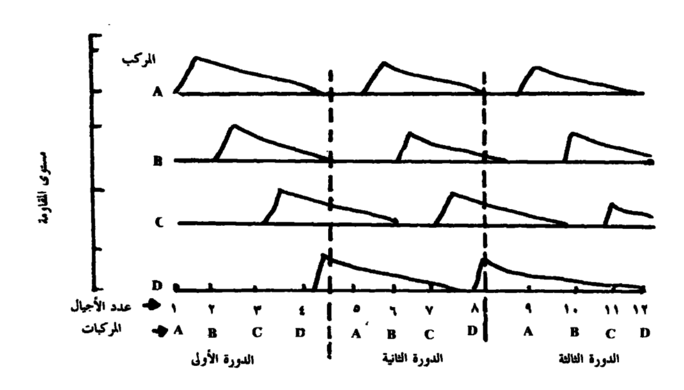
٢ ــ دورات المبيدات Insecticide rotation

تفترض فكرة دورة الكيمائيات كوسيلة مضادة للمقاومة أن للأفراد المقاومة للمركب الكيميائى كفاءة حيوية منخفضة عن الأفراد الحساسة . وعليه .. ينخفض تكرارها خلال الفترات بين تطبيق هذا المركب . وهناك الكثير من الدراسات التى توضح انخفاض الكفاءة الحيوية فى الكثير من مفصليات الأرجل المقاومة للمبيدات ولكنها حالة غير ثابتة ، إذ قد يتحسن مستوى الكفاءة باستمرار الانتخاب من خلال ما يسمى بالتأقلم المشترك Co-adaptation .

ويوضح شكل (٢ــ٨) التسجيل المفترض فى الأفراد الحساسة المعرضة لأربع مواد كيميائية مستخدمة فى دورة ما ، حيث ترتفع المقاومة للمركب «أ» ببطء فى الجيل التى عوملت فيه ، ثم تنخفض بالتدريج خلال الأجيال الثلاثة التالية ، والتى لم يتم فيها المعاملة ، ثم ترتفع مرة ثانية فى الجيل الخامس عند معاملة المركب مرة ثانية ، ولكنها تنخفض مرة ثانية فى الأجيال (٦،٧،٨) . ويظهر نفس الشكل أو الاتجاه للمركبات (أ،ب،جـ،د) . ومن الضرورى عمل توليفة خاصة بالتتابع الأمثل للمبيدات ، وتحديد المرحلة التى يتم فيها التغيير . وكما فى حالة المخاليط .. فإن فكرة دورات المبيدات تحتاج إلى عدد من الكيميائيات لا تظهر مقاومة مشتركة لبعضها .

لاحظ Heather عام ١٩٧٩ أن نجاح استخدام المدخنات لمكافحة آفات الحبوب المخزونة يكون نتيجة لتبادل الوسائل الكيميائية غير المرتبطة . وأشار إلى أن طول فترة استخدام المدخنات أبطأ من ظهور المقاومة للملاثيون المستخدم ضد الحبوب فى المزرعة . كما أشار Kantack وآخرون عام (١٩٧٦) إلى نجاح الدورة بين الكاربوفيوران ، والمبيدات الفوسفورية العضوية على أساس سنوى فى وقف نمو المقاومة للكاربامات .

وفى الدراسات الأولية ، التى انتخبت فيها ثلاث سلالات بواسطة Temephos ، Propoxur ، Permethrin لوحظ وجود معدلات مختلفة ضعيفة من فقد المقاومة عند إبعاد هذه السلالات عن الضغط الانتخابى ، كما انخفضت المقاومة للتيميفوس بسرعة ، بينما انخفضت ببطء مع البروبوكسر . أما مقاومة البرمثرين فقد انخفضت بمعدل متوسط . وتوضح هذه النتائج أن معدل الانعكاس تجاه الحساسية قد يرجع إلى جين المقاومة نفسه .



شكل (٢ ــ ٨) : الاساس الأفتراضي للتغير في حساسية التعداد للآفة التي عرضت لأربع مواد كيميائية غير مرتبطة ببعضها خلال دورة معينة في الأجيال المتعاقبة .

وقد تلت ذلك دراسة دورة انتخاب التيمفوس ، والبروبوكسر ، والبرمثرين ضد تحت سلالات من السلالة الأصلية ، وذلك مع التتابعات الست الممكنة ، كما انتخب كل تحت سلالة بثلاثة مركبات خلال دورة كاملة . وفي كل حالة يتم التغير للمركب التالي بعد حوالي ٥ أجيال من الانتخاب ، أو عندما تظهر المقاومة لإحدى المركبات المستخدمة . ولعل الانحدار السريع للمقاومة لكل من التيمفوس ، والبرمثرين ، من أهم الملاحظات التي ظهرت من هذه الانتخابات عندما يتم الانتخاب بإحدى هذه المركبات بعد المركب الآخر . وعليه . تنحدر مقاومة التيمفوس بسرعة عندما يحل البرمثرين محل التيمفوس كعامل منتخب Selecting agent ، والعكس صحيح . ويظهر هذا الانحدار بسرعة أكثر مما سبق في السلالات التي تبعد تمامًا عن الضغط الانتخابي . ولاتظهر هذه العلاقة الحسابية بين البروبوكسر ، والبرمثرين ، أو بين البروبوكسر والتيمفوس . وقد يعرف الانحدار السريع لمقاومة التيمفوس خلال الانتخاب بالبرمثرين على أنه صورة من المقاومة المشتركة السلبية للبيرثرويدات تجاه الحشرات المقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية .

الخاتمة Conclusion

من المعروف أن التوصية بحلول لمشكلة المقاومة عملية بالغة التعقيد ، إذ أنها تدخل فى الاعتبار العوامل الوراثية ، والبيولوجية ، والبيئية المؤثرة على العشائر الطبيعية . وهناك العديد من الوسائل التكتيكية التى يمكن استخدامها لتأخير المقاومة كعنصر هام ورئيسى فى برامج IPM . وتشمل هذه الوسائل التكتيكية الاعتدال Moderation فى استخدام المبيدات ، مع أن هناك بعض الاستراتيجيات التى توصى بالاهتمام بعناصر التشبع Saturation ، والهجوم المتعدد Multiple attack للحد من المقاومة . ولعل فكر استخدام المبيدات فى مخاليط ، أو دورات ، أو تتابع نموذجى قد تكون محددة فى حالات كثيرة باعتبارات اقتصادية وتطبيقية . وعند استخدام وسائل المكافحة على نطاق واسع ، وبنوع من التنظيم المركزى ، فقد يكون لهذه العناصر ميزات واضحة كوسيلة لتأخير تطور المقاومة ، خاصة عند دخولها ضمن عناصر IPM . ولعلنا الآن فى مسيس الحاجة إلى أنواع جديدة من السموم Toxophores ، مثل : المواد الكيميائية ذات الأصل الطبيعى . كما أننا فى حاجة إلى منشطات جديدة تعمل على وقف المقاومة . وفى حالة اكتشاف سموم جديدة يجب أن يتم اختبارها على سلالات قياسية تمثل النظم ، والتقنيات السائدة فى المقاومة . ومن خلال درجة الإسراع فى انتخاب العشائر الممثلة يمكن تقدير نوع ومستوى المقاومة لهذه الكيميائيات . ويحتاج الأمر إلى اختبارات بيوكيميائية وتوكسيكولوجية بسيطة لإظهار مستوى المقاومة لكل نوع من المبيدات ، ذلك المستوى المبنى على معرفة نظم المقاومة . ولعل الدراسات الحديثة لاكتشاف اختبارات بسيطة تمكننا من تقدير فقد سمية المبيدات الفوسفورية بفعل Detoxifying esterases ، أو انخفاض حساسية إنزيم الكولين إستريز ، فتنير الطريق لمعرفة جينات المقاومة ذات التكرار المنخفض .

كما يجب أن تتجه الدراسات نحو الجديد فى مستحضرات المبيدات ، وتقنية طرق المعاملة للوصول إلى الجرعة المؤثرة التى يمكن وضعها على الهدف فى حالة تشبع Saturation . ومن هنا تلزم دراسة إمكانية استخدام مخاليط المبيدات مع الجاذبات ، والمبيدات مع المنشطات بمعدل يعطى تأثيرًا مثاليًا ، بالإضافة إلى تميزه بخصائص ثابتة تعمل على التخلص من الانتخاب لفترة طويلة ، وذلك على العشيرة المستهدفة .

وعموماً .. فإن أى استراتيجية للتحكم فى المقاومة تحتاج إلى جهد إشرافى دقيق يشمل استخدام المبيد وتسويقه . وهناك بعض الاستراتيجيات التى توقف ، أو تضاد المقاومة ، والتى قد تتميز بالمنفعة على المدى القصير . وعلى أية حال ... فسوف تظل ظاهرة المقاومة هى التحدى الحقيقى للإنسان فى مكافحة الآفات فى المستقبل القريب والبعيد .

الفصـــل الثالـــث

اساسيات التحكم المتكامل فى مقاومة الآفات

أولاً : مقدمة

ثانياً : الخطوط الإرشادية لبرامج التحكم المتكامل للآفات

ثالثاً : اساسيات نظام التحكم المتكامل للآفات

رابعاً : وسائل المكافحة فى إطار التحكم المتكامل للآفات

الفصـــل الثـــالث

أساسيات التحكم المتكامل فى مقاومة الآفات

Principlles of Integrated Pest Mangement

أولاً : مقدمـة

يعنى التحكم المتكامل للآفات (IPM) ، اختيار Selection ، وتكامل Integration وسائل مكافحة الآفات ، والتى تعتمد على تتابع عمليات التنبؤ الاقتصادى ، والاجتماعى ، والبيئى . وقد عرَّفت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) عام ١٩٧٣ ، المكافحة المتكاملة للآفات بأنها أسلوب أيكولوجى شامل ، يستخدم أنواعاً مختلفة من تقنيات ، وتكنولوجيات المكافحة ، مع التوفيق فيما بينها ضمن نظام مدروس يحقق سياسة التحكم فى تعداد الآفات . ويسعى نظام التحكم المتكامل للآفات إلى الاستفادة القصوى من الوسائل الطبيعية ، والموجودة فعلاً للمكافحة مثل : (الظروف الجوية ــ مسببات الأمراض ــ المفترسات ــ الطفيليات) ، بالإضافة إلى استخدام وسائل المكافحة الزراعية ، والحيوية ، والكيمائية ، مع الاستعانة بكل ما يؤدى إلى إحداث تغير ، أو تحوير فى وسط معيشة الآفة الدقيق Habitat .

وتهدف وسائل المكافحة التطبيقية ، والتى يتدخل فيها الإنسان إلى محاولة حفظ تعداد الآفة إلى حد أقل من مستوى الضرر الاقتصادى . ويتم تقدير هذا المستوى بالفحص الدورى لمستوى الإصابة الحيوية وتكاليف المكافحة البيئية ، والاجتماعية ، والاقتصادية . وحتى تحقق هذه المكافحة أكبر قدر من الفعالية ــ ينبغى تحديد مستويات الحد الاقتصادى الحرج للإصابة بطريقة واقعية ، حتى يتسنى تحديد مدىّ الحاجة لاتخاذ إجراءات المكافحة ، وفى نفس الوقت ينبغى اتخاذ كل إجراء ممكن لحماية العوامل الطبيعية التى تقضى على الآفات والمحافظة عليها . وعندما تكون هناك حاجة إلى اتخاذ إجراءات غير طبيعية للمكافحة ، (مثل : المعاملة بالمبيدات ، وإطلاق الطفيليات أوالمفترسات ، أو رش مسببات الأمراض ، فإنه من الواجب تطبيق هذه الإجراءات بطريقة انتقائية بقدر الإمكان ، وبشرط توفر المبررات الاقتصادية والبيئية لاستخدامها . والهدف النهائى لأسلوب المكافحة المتكاملة هو الحصول على أكبر عائد ممكن بأقل تكاليف ممكنة ، مع مراعاة القيود البيئية والاجتماعية فى كل نظام بيئى ، ومراعاة المحافظة على البيئة على المدى الطويل .

ثانياً : الخطوط الإرشادية لبرامج التحكم المتكامل للآفات

Guidelines for IPM Programs

حدد Huffaker عام ١٩٧٢ ، Apple عام ١٩٧٧ الخطوط الإرشادية العامة لبرامج التحكم المتكامل للآفات . وهناك صعوبة كبيرة لوضع تعليمات إرشادية واضحة ومطلقة ، نظراً لوجود العديد من المتغيرات ، مثل : مدى توافر المختصين ، والتركيب الآلى وتعقيداته ، والأهمية الاقتصادية لكل من الآفة والمحصول العائل . وفيما يلى أهم الخطوط الإرشادية العامة التى يمكن الالتزام بها عند تنظيم تعداد أية مجموعة من الآفات .

(١) تحليل حالة الآفة وتقدير الحد الحرج للإصابة بالآفات الخطيرة

يجب فهم العلاقة بين مستويات الإصابة بالآفات ، وبين الفقد فى المحصول ، حتى يمكن وضع برنامج مستنير لمكافحة الآفات . والنظرة العامة للمجتمع البشرى تعتبر أن أى فقد فى المحصول هو فقد حقيقى ، إلا أن تكاليف تحقيق الإنتاجية الكامل للمحصول قد تتعدى قيمة الربح المتوقع من ذلك . وعلى ذلك فمن الضرورى تحديد « الحدود الاقتصادية » ، أى الحد الأقصى من الآفات ، والذى يمكن تحمله فى وقت معين ، وفى مكان معين دون أن يسبب ذلك فقداً اقتصادياً للمحصول .

ويعتبر المنتج الزراعى أن التخفيض الجزئى فى كمية المحصول الناتج ، أو نوعيته خسارة اقتصادية . ويتوقف تقديره سواء أكان محسوباً أم بديهياً على عوامل عديدة ، منها : تكاليف وقاية المحصول ، وتكاليف تجنب الفقد المحتمل ، وظروف التسويق السائدة ، والاستفادة النهائية من المحصول . وحتى يتسنى إصدار حكم دقيق ، فإنه من الضرورى أن تفهم العوامل الاقتصادية المتداخلة من ناحية ، والأضرار التى يمكن أن تسببها أنواع الآفات من ناحية أخرى .

قد تتعرض النباتات للإصابة بالعديد من الآفات الخطيرة فى وقت واحد . ومنها ما يصيب النباتات على فترات منتظمة ، وبشكل حاد ، بحيث يمكن التنبؤ بالإصابة قبل وقوعها . ويطلق عليها اسم الآفات الخطيرة أو الرئيسية Key pests وهى تختلف عن تلك الآفات التى تظهر بشكل خطير ، ولكن فى فترات غير منتظمة وتسمى الأخيرة بالآفات العرضية Occasional pests . ويمكن القول بأن الآفات الرئيسية تفتقر إلى وجود أعدائها الحيوية بشكل مؤثر .

لابد من معرفة وتحديد مستويات الإصابة للآفة قبل وضع استراتيجية للتحكم المتكامل لها .. وفيما يلى تعريف لمدلول هذه المستويات :

(أ) وضع الاتزان العام — General Equilibrum position (EP)

وهو عبارة عن متوسط الكثافة العددية للآفة خلال فترة طويلة من الزمن ، مع غياب جميع العوامل المتغيرة فى البيئة . ويتفاوت تعداد الآفة حول هذا التوازن تبعاً لدور العوامل المؤثرة ، مثل : الطفيليات ، والمفترسات ، والأمراض .

(ب) مستوى الضرر الاقتصادى Economic Injury level (EIL)

وقد عُرف هذا المستوى بواسطة العالم Headley عام ١٩٧٢ ، بأنه عبارة عن تعداد الآفة الذى يحدث مستوًى من الضرر يعادل تكاليف منع هذا الضرر . وعرفه Stern وآخرون عام ١٩٥٩ بأنه أقل كثافة عددية للآفة تسبب ضررًا اقتصاديًا ، أو هو الحد الأدنى للآفة الذى يحدث عنده الضرر الاقتصادى للمحصول . ويعنى ذلك مقدار الضرر الذى يعادل تكاليف عمليات المكافحة التطبيقية . وعلى ذلك .. فإن الضرر الاقتصادى قد يتغير من منطقة لأخرى ، ومن موسم لآخر كما قد يتغير مع تغير القيم الاقتصادية لمعيشة الإنسان .

يمكن التوصل لمعرفة حد الضرر الاقتصادى بالاستناد إلى الشواهد الميدانية ، أى بالاستنتاج من التجارب الماضية مع الآفة . ولكن يجب إجراء عمليات مراجعة مستمرة للمستويات التى توضع بهذه الطريقة ، وتعديلها بما يطرأ من تغيرات على المعاملات الزراعية ، ووفقاً للمعلومات الناتجة عن الملاحظة المستمرة وعن التجارب التى تجرى لهذا الغرض .

وهناك عدة طرق ممكنة لتقدير الخسائر . وتقوم إحدى هذه المقارنة بين محصول مجموعات من النباتات تعامل معاملة متماثلة من كافة النواحى . باستثناء أن بعضها يحتفظ به بطريقة ، أو بأخرى خاليًا من الإصابة بالآفة موضع الدراسة ، بينما يترك البعض الآخر معرضًا للإصابة العادية بهذه الآفة .

ومن المهم إدراك أن الفقد الاقتصادى للمحصول لا يتوقف على مدى إصابته بالآفة فقط ، بل يتوقف أيضًا على رد فعل النبات لهذه الإصابة . وبالإضافة إلى دراسة مدى تعداد الآفة ، وتركيب الأعمار المختلفة فى أعدادها ، وفترة الاصابة بها ، فلا يجب إهمال نواحٍ أخرى ، مثل : طور النبات ، ووقت التعرض للإصابة ، ومدى وجود أجزاء زائدة من النباتات .

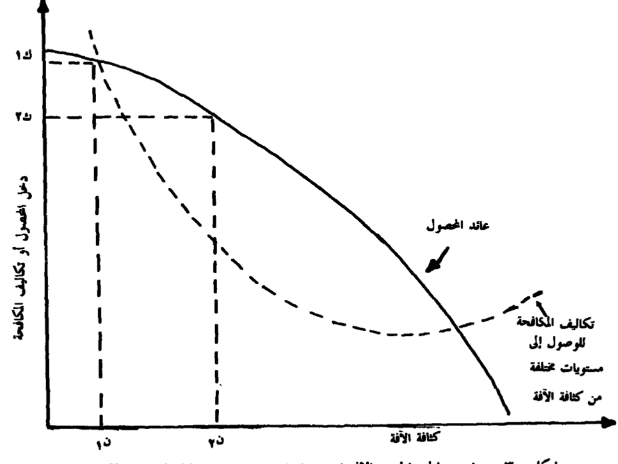
ونظرًا لتنوع آثار العوامل المسببة للفقد الاقتصادى ، فإن الأمر يتطلب عادة القيام بتجارب على المدى الطويل للتعرف على الحد الاقتصادى على ضوء شدة الإصابة ، وبالإضافة إلى ذلك .. يسمح التقييم الطويل المدى للفقد الاقتصادى فى القطع المتروكة دون معاملة بغرض المقارنة للدراسات بتحديد مستويات الإصابة ، والفقد تحت الظروف الطبيعية . كما أن البيانات التى يتم الحصول عليها فى مثل هذه التجارب توفر مقارنة مفيدة يمكن الرجوع إليها ، لتقدير مدى فعالية الإجراءات المختلفة للمكافحة التى يجرى اختبارها فى القطع المجاورة فى نفس الوقت . وعلى سبيل المثال .. فإن تقدير المحصول الفعلى ، والفقد الاقتصادى فى القطع المعاملة بمبيد كيميائى معين ، بالمقارنة مع القطع غير المعاملة بالمبيد يمكننا من قياس مدى فعالية المبيد عند مستوى معين من الإصابة .

(جـ) الحد الحرج الاقتصادى Economic Threshold (ET)

ويعرف بأنه الكثافة العددية للآفة التى يجب عندها إجراء عملية المكافحة لمنع تزايد تعداد الآفة إلى مستوى الضرر الاقتصادى . ويكون الحد الحرج الاقتصادى للإصابة عادة أقل من مستوى الضرر الاقتصادى ، حتى يعطى الوقت الكافى للإعداد ، وتنفيذ عمليات المكافحة المطلوبة ، وحتى يسمح

كذلك بإظهار نتيجة تطبيق طرق المكافحة قبل وصول الكثافة العددية للافة إلى مستوى الضرر . ويمثل الشكل (٣ ــ ١) الحد الحرج للإصابة بآفة ما . ويلاحظ انخفاض صافى دخل المحصول ، مع زيادة الكثافة العددية للآفة لمستوى أعلى من الحد الحرج ، أو المستوى الآمن (ن١) . وتمثل تكاليف المكافحة الخط المنكسر المنقط للوصول إلى مستويات مختلفة لكثافة الآفة . والحد الحرج الاقتصادى (ن*) هو كثافة الآفة ، (أو كمية الضرر على المحصول) ، التى تكون عندها الزيادة فى تكاليف المكافحة مساوية للزيادة فى عائد المحصول . ومع زيادة مستوى الإصابة عند هذا الحد يفشل المزارع فى تحقيق أية إضافة اقتصادية نظرًا للتكلفة العالية لعملية المكافحة . وإذا تمت عملية المكافحة بنجاح عند الحد الآمن ، أو الضرر الآمن (ن١) ، فلن تحدث أية أضرار . ومع هذا لا يمكن تبرير عملية المكافحة عند هذا الحد .

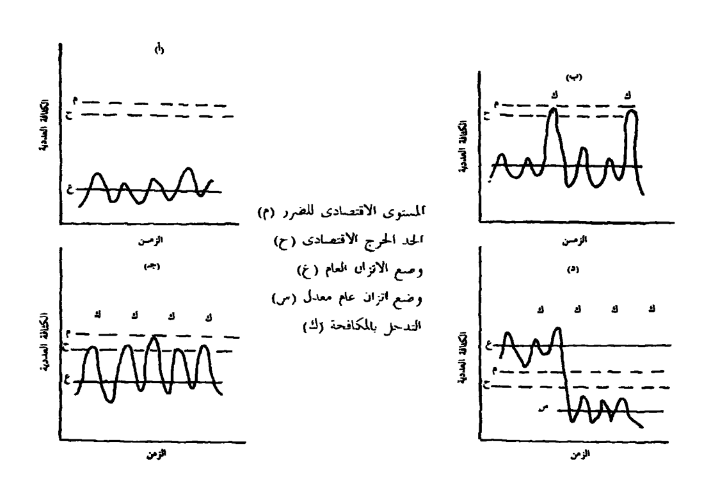
ويعتبر مفهوم الحد الحرج الاقتصادى أكثر تعقيدًا من المثال السابق ، حيث إن هناك عديدًا من العوامل المتحكمة فى تقدير هذا الحد . إن هذه العوامل متداخلة ومتصلة بشكل معقد ، ومنها ما يرتبط بالمحصول من حيث قيمته (كميًّا ونوعيا) ، أو بالظروف البيئية ، أو بتكاليف المكافحة ، أو بقدرة المزارع على المخاطرة فى إجراء أو عدم إجراء عملية المكافحة . بالإضافة إلى ذلك .. فإن تقدير الحد الحرج الاقتصادى يصبح عملية صعبة للغاية عند ظهور شكل معقد من الآفات (آفات حشرية ــ حشائش ــ أمراض نبات) لا يصل أيًّا منها إلى الحد الحرج الاقتصادى .. ولكن



شكل (٣ ــ ١) : الحد الحرج الافتراضى Hypothetical Economic Threshold .

وجودها معاً قد يكون له تأثير إضافى وتنشيطى على مستوى الإصابة . ويجب أن تلقى هذه النقطة مزيدًا من الاهتمام فى المستقبل .

وفيما يلى ، الأوضاع النسبية لكل من مستوى الضرر الاقتصادى (EIL) ، والحد الحرج الاقتصادى (ET) ، ووضع الاتزان العام (EP) لحشرة لا تعتبر آفة Non pest (شكل «أ») ، ولآفة عرضية Occasional pest (شكل «ب») ، ولآفة دائمة Perennial pest (شكل «جـ») ، ولآفة خطيرة Severe pest « د » شكل (٣ — ٢) .



شكل (٣ — ٢) : الأوضاع النسبية لكل من مستوى الضرر الاقتصادى والحد الحرج الاقتصادى ووضع الاتزان العام لحشرات متفاوتة الضرر

٢ ــ ابتكار وسائل تعمل على خفض أوضاع التوازن فى الآفات الخطيرة

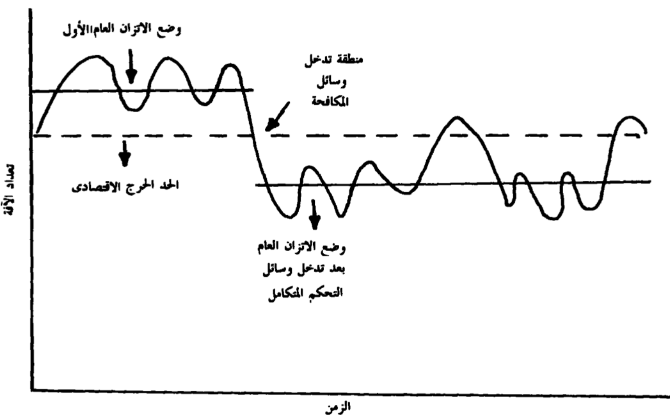
تختلف الآفات الرئيسية Key pests فى شدة إصابتها من عام لآخر ، ويتميز متوسط كثافتها (وضع الاتزان العام) بأنه يزيد دائماً عن الحد الحرج الاقتصادى . وتهدف سبل التحكم المتكامل للآفات إلى تحوير البيئة ، لتقليل مستوى الاتزان العام للآفة إلى مستوى أقل من الحد الحرج الاقتصادى كما هو موضح فى الشكل (٣ ــ ٣) ... ويمكن أحداث هذا الخفض بثلاث وسائل مجتمعة ، أو منفردة ، هى :

١ ــ إدخال ، وأقلمة ، ونشر الأعداء الحيوية للمناطق التى لم تتواجد فيها من قبل .

٢ ــ استخدام أصناف نباتية مقاومة للآفات .

٣ ــ تحوير أو تعديل بيئة الآفة ، لزيادة فاعلية وسائل المكافحة البيولوجية ، أو القضاء أماكن اختباء الآفة ، أو أماكن تغذيتها ، وكذا أماكن وضع البيض ، وذلك باستخد دورات زراعية مناسبة ، أو القضاء على مخلفات المحاصيل ، أو الإزالة الميكانيكية للحشائش ، واستخدام مقننات نموذجية للرى .

وقد تعمل وسائل التحكم فى الآفة دون قصد على زيادة كثافتها ، مثل : تكرار المعاملة بالمبيدات الحشرية على المحصول ، مما يؤدى إلى القضاء على الأعداء الحيوية للآفة ، وبالتالى زيادة مستوى وضع الاتزان العام للآفة .



شكل (٣ ــ ٣) : خفض وضع الاتزان العام بعد تدخل وسائل التحكم المتكامل للآفة .

٣ ــ البحث عن سبل علاجية تحدث أقل خلل بيئى أثناء الحالات الطارئة

يؤدى استخدام أفضل التوليفات من العناصر الثلاثة الأساسية المكونة لنظام التحكم المتكامل للآفات ، (الأعداء الحيوية ــ الأصناف النباتية المقاومة ــ التعديل أو التحوير البيئى) ، إلى عدم الحاجة لاتخاذ خطوات أخرى تجاه الآفة مجال المكافحة إلّا فى بعض الظروف الاستثنائية . ويمكن القول عموماً بأن المكافحة الدائمة للآفات الرئيسية على بعض المحاصيل الزراعية تتحقق بتكامل العمليات الزراعية ، والمحافظة على الأعداء الحيوية . وعندما تظهر موجات وبائية شديدة للآفة الرئيسية ، أو الآفات الثانوية فلابد من التدخل باستخدام المبيدات ، مع ضرورة اختيار المبيد المتخصص ، والجرعة المناسبة ، والتوقيت المناسب للمعاملة ، حيث يؤدى الاهتمام بهذه المعايير إلى تقليل الخلل فى التوازن الطبيعى .

٤ ــ ابتكار وسائل تحذيرية

تعتبر عملية التنبيه ، أو التحذير من أهم الملامح الإرشادية فى نظام التحكم المتكامل للآفات ، حيث يتميز تعداد الآفات بالتغير الشديد . فقد يتضاعف تعداد آفة ما فى منطقة معينة فى يوم واحد أو أقل . وقد ينخفض تعداد نفس الآفة بين يوم وآخر بمعدل واضح . ونظرًا للتغير الثابت فى الظروف الجوية ، ونمو المحاصيل ، والأعداء الحيوية ، والعوامل الأخرى المؤثرة على نمو تعداد الآفة ، فلا يمكن تحديد التوقيت المناسب للتطبيق بوسائل المكافحة المتاحة . لذا .. تعتبر عملية التحذير من أهم العمليات التى تحتاجها المكافحة ، وهى تعتمد على كيفية السيطرة على النظام البيئى ، وعلى نوع الآفة مجال المكافحة ، وكذا الظروف البيئية والموارد الاقتصادية . وقد تستخدم المصائد الضوئية ، ومصائد الجاذبات الجنسية لمعرفة تعداد بعض الآفات فى منطقة ما . وتستخدم النظم التحذيرية للإصابات بالآفات المختلفة ، فى الوقت الحالى ، العقول الإلكترونية بعد إمدادها بالمعلومات الخاصة بكثافة الآفة ، وكثافة الأعداء الحيوية ، والظروف الجوية ، وحالة النبات ، وغيرها من العوامل الأخرى المؤثرة . وتقوم هذه الأجهزة بتحليل هذه المعلومات مع اقتراح الخطوة التالية التى ينصح باتخاذها لتصحيح هذا الخلل القائم فى التوازن الطبيعى .

ثالثاً : أساسيات نظام التحكم المتكامل للآفات

Principles of Integrated Pest Management

تعتمد فلسفة نظام التحكم الكامل على العناصر الآتية

١ ــ استمرار وجود الآفة بمستوى آمن

Pest will Continue to exist at tolerable level

تعتمد وحدة نظام IPM على وجود الآفة فى مستوى آمن ، أو غير ضار اقتصاديًا . فقد يكون استمرار تواجد بعض الآفات بمستوى منخفض من المفيد حتى يمكن استمرار بقاء المصادر الغذائية ،

أو أماكن التزاوج والاختباء للأعداء الحيوية . وقد يؤدى القضاء على الآفة بشكل تام إلى ظهور تغيرات جانبية ضارة فى النظام البيئى .

٢ ـــ اعتبار النظام البيئى وحدة التحكم

The ecosystem is the management unit

تعيش أفراد أى كائن حى فى شكل عشيرة Population ، وتتجمع عشائر الأنواع المختلفة فى شكل مجتمعات Community . ويتأثر المجتمع بظروف أو عوامل البيئة الطبيعية . ويطلق على هذا النظام الذى يشتمل على عوامل حيويه ، ولاحيوية اسم النظام البيئى Ecosystem . ويشمل هذا النظام المعقد فى دراستنا جميع أنواع الحشرات ، والحلم ، النافع منها والضار ، وأمراض النبات ، وأعداء الحشرات الطبيعية ، والأنواع المنافسة لها ، والمحاصيل ، والحشائش ، والتربة ، والعوامل البيئية المتحكمة فى تغير الظروف البيئية كالحرارة والرطوبة .

وقد يسبب أى تعديل ، أو تغير فى النظام البيئى مشاكل من جانب ، بينما قد ينظم ويتحكم فى تعداد بعض الآفات من جانب آخر . وعلى سبيل المثال .. فإن استحداث صنف نباتى جديد ، أو إدخال نبات جديد فى الدورة الزراعية ، أو تغير السماد ، أو تعديل مسافات الزراعة ، أو نظام الرى ، أو استبدال المبيد المستخدم قد يؤثر من الجانب الآخر على حالة الآفة التى تصيب المحصول ، أو مجموعة من المحاصيل الداخلة فى النظام البيئى للزراعة . وقد تؤثر هذه الوسائل المستحدثة على القدرة التناسيلة للآفة الضارة ، ولكنها فى نفس الوقت قد تسمح بظهور آفات جديدة ضارة لم تكن لها أية أضرار اقتصادية من قبل . لذا .. يسعى نظام IPM إلى خفض تعداد الآفة إلى المستوى الآمن ، مع تجنب إحداث أى خلل فى النظام البيئى . ومن هنا.. فإنه من الضرورى دراسة نواتج تفاعل مكونات النظام البيئى ، وتأثير بعضها على الآخر بنجاح فى الكثافة العددية للآفات .

ونظرًا لهجرة بعض أنواع الحشرات ، واستمرار انتقالها من مكان لآخر ، وبشكل واضح ، فإنه من العسير ، بل ومن غير المفيد كذلك أن يجرى نظام التحكم المتكامل للآفة على مستوى المساحات الصغيرة للحقول . لذا .. فإن المبادرات الفردية على نطاق محدود هى فى الواقع عملية غير مجدية . من أجل هذا .. وحتى يمكن ضمان نجاح هذه الطريقة لابد من تطبيقها على نطاق واسع جدًا فى وجود تشريعات محلية ودولية حتى يمكن تنفيذها بدقة .

٣ ـــ تعظيم استخدام طرق المكافحة الطبيعية

Use of natural control agents is maximized

تعتمد فلسفة التحكم المتكامل للآفات على وجود عوامل فى النظام البيئى تعمل على تنظيم تعداد الآفة مثل : وجود موجات من الحرارة والبرودة والرياح والأمطار ، أو المنافسة بين الأنواع المختلفة ، أو المنافسة بين النبات والحيوان والأعداء الحيوية .

وتعتبر الأعداء الحيوية من الوسائل الهامة جدًا لمكافحة العديد من أنواع الحشرات والحلم .وذلك بالرغم من أن الموارد الغذائية ، والطقس ، ووجود المنافسة بين الأنواع قد تؤدى دورًا فى المكافحة

تحت ظروف معينة . وتوجد الأعداء الحيوية لكثير من الحشرات والحلم بشكل طبيعى ومعتدل تحت ظروف التوازن الطبيعى العادية . وقد لا تؤثر الأعداء الحيوية تأثيراً معنويًّا فى مكافحة بعض الأنواع مع أن تكامل تأثير القوى الطبيعية قد يحد من زيادة تعداد الآفة . لذا .. تلعب هذه الوسيلة دورًا هامًّا داخل نطاق هذا التكامل . ومن ثم تعمل فلسفة التحكم المتكامل للآفات على إتاحة الفرص لإظهار التأثيرات المتكاملة للقوى الطبيعية ، مما يتطلب حفظ . وإدخال ونشر الأعداد ، أو استنباط الأصناف النباتية المقاومة .

٤ ــ إمكانية ظهور تأثيرات غير متوقعة أو مرغوبة مع أية طريقة للمكافحة

Any Control Procedure may produce unexpected and undesirable effects

لعل استخدام المبيدات فى مكافحة الآفات دون ترشيد ، أو تفهم للنظام البيئى قد وصل بنا إلى مرحلة التأثيرات غير المتوقعة وغير المرغوبة كما سبق ذكره . ولكن هناك وسائل أخرى أحدثت مثل هذا التأثير ، مثلما حدث عند إدخال صنف جديد من الفراولة فى ولاية كاليفورنيا نظرًا لشدة مقاومته لبعض الأمراض ، ولكنه تعرض للإصابة الشديدة لنوع من الحلم Cyclamen mite وهو آفة ثانوية تؤثر على الأصناف الأخرى الحساسة لهذه الأمراض .

٥ ــ ضرورة توافر نظم تحليلية وحسابية متقدمة

An interdisciplinary systems approach is essential

يعتمد نظام التحكم المتكامل للآفات على تكامل جميع العمليات الزراعية ، والذى يعتمد على تعاون العلماء المتخصصين فى مجالات المحاصيل ، والاقتصاد ، والأرصاد ، والهندسة والإحصاء ، وفسيولوجيا الحيوان ، وكذلك علماء الاجتماع ، والمتخصصين فى الحاسبات الإلكترونية بجانب علماء مكافحة الآفات . وذلك حتى يمكن جمع المعلومات وإعدادها فى صورة استراتيجية متكاملة للمكافحة . وتلعب النظم الإحصائية المتقدمة ، وبرامج الحاسبات الآلية دورًا هامًّا فى وضع خريطة واضحة لاستراتيجية المكافحة ، حيث تعمل على إيضاح المعلومات حول النظام البيئى ، وتعطى الإجابة المتعلقة بالوسائل الفعالة للتحكم فى تعداد الآفة .

رابعاً : وسائل المكافحة فى إطار التحكم المتكامل للآفات

تتضمن طرق مكافحة الآفات العديد من الوسائل ، بعضها مناسباً داخل إطار التحكم المتكامل للآفات ، مثل : الأصناف النباتية المقاومة ، واستخدام الدورة الزراعية ، والمكافحة البيولوجية ، والمبيدات المتخصصة ، وهى وسائل معروفة منذ فترة ليست بالقصيرة . وهناك بعض الاتجاهات الحديثة فى المكافحة ، والتى أظهرت نجاحاً طيباً فى السنوات الأخيرة ، إلا أن تقييمها داخل إطار التحكم المتكامل للآفات ما زال قيد الدراسة والبحث وذلك ، مثل : مانعات التغذية ، والجاذبات الجنسية (الفورمونات) ، والتقيم بالإشعاع ، والمعالجة الوراثية ، ومنظمات النمو فى الحشرات .

ويتطلب نجاح برامج التحكم المتكامل لأية آفة ، ضرورة الإلمام بجوانب المعرفة التامة عن المحصول ، والدراسة الكاملة لبيولوجى وبيئة الآفة مجال المكافحة ، والمعرفة الدقيقة لأفضل توليفة من عناصر المكافحة . ومن الإنصاف الإشارة إلى أنه حتى الآن لا يوجد البديل المناسب لمبيدات الآفات وسوف تظل هذه الوسيلة ، حتى المستقبل القريب الأداة الحاسمة داخل إطار التحكم المتكامل للآفات . ولا يوجد حتى الآن اتفاق كامل لترتيب طرق المكافحة داخل إطار IPM . ويمكن ترتيبها هنا على النحو التالى :

١ ــ المكافحة الزراعية .
٢ ــ المكافحة الحيوية (البيولوجية) .
٣ ــ المكافحة الميكروبية .
٤ ــ استخدام مانعات التغذية .
٥ ــ المكافحة الذاتية .
٦ ــ المكافحة السلوكية .
٧ ــ استخدام المنشطات .
٨ ــ استخدام منظمات النمو فى الحشرات .
٩ ــ المكافحة بالكيميائيات المتخصصة .

الفصل الرابع

التحكم المتكامل للآفات التى تصيب القطن

أولاً : مقدمه

ثانياً : العناصر الرئيسية لبرامج التحكم المتكامل لآفات القطن

ثالثاً : تقنيات مكافحة آفات القطن .

رابعاً : تصورات لاتجاهات بحثية للنهوض ببرنامج المكافحة المتكاملة لآفات القطن .

الفصـــل الرابـــع

التحكم المتكامل للآفات التى تصيب القطن

أولاً : مقدمة

يمثل محصول القطن ٤٠٪ أو أكثر من القيمة الإجمالية للصادرات المصرية . وتعتبر مصر الدولة الثامنة فى العالم من حيث كمية الإنتاج ، بينما تقع فى المرتبة التاسعة من حيث كمية المحصول للفدان . وقد أدى استخدام المبيدات الكيميائية للآفات بكثافة ودون تميز بهدف مكافحة الآفات الحشرية إلى عديد من المشاكل ، مثل ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، بالإضافة إلى حدوث خلل فى التوازن الطبيعى لصالح الآفة ، مما أدى إلى ظهور موجات وبائية من الآفة الرئيسة وأحياناً الآفات الثانوية غير المستهدفة ، كما أدت المبيدات إلى إحداث تأثيرات جانبية ضارة لنبات القطن ، وكذا تغير فى الصفات الطبيعية والكيميائية للتربة ، والتأثير على الكائنات الحية الدقيقة النافعة التى تعيش فيها ، بالإضافة إلى التأثير على النحل من حيث قوة الطوائف ، وإنتاجية العسل ، وكذا الإضرار بالحيوانات البرية ، والإضرار بصحة الإنسان وحيواناته النافعة .

ثانياً : العناصر الرئيسة لبرامج التحكم المتكامل لآفات القطن

(١) النظام البيئى الزراعى

يعرف النظام البيئى الزراعى بأنه وحدة مكونة من المجموع المتشابك للكائنات الحية فى منطقة ما من مناطق زراعة المحاصيل ، ومن مجموع عناصر البيئة التى تكفيها ، ثم من تلك العناصر بعد أن تعدلها أنشطة الإنسان المختلفة من زراعية ، وصناعية ، وترفيهية ، واجتماعية .ويلاحظ هنا أن مفهوم الآفة لايشكل جزءاً أساسيًّا من تعريف النظام البيئى الزراعى . وعند التحليل العملى للنظام البيئى الزراعى من أجل سياسة مكافحة الآفات ينبغى التركيز على تعداد الآفات من الأنواع المختلفة ، وعلى الكائنات التى تنافسها ، وتلك التى تفترسها ، وعلى موارد الغذاء الرئيسة والبديلة ، وعلى الطريقة التى تعدل بها العناصر الأخرى للبيئة كل هذه التغيرات . ويتحدد عدد الحشرات بتأثير النظام البيئى الزراعى .

وتعتبر الكيفية التى يحدث بها هذا التأثير أمراً ضرورياً فى سبيل وضع نظام لسياسة أعداد الآفات بطريقة متكاملة . كذلك يتعين فهم النظام البيئى الزراعى فهماً دقيقاً للتنسيق بين معاملات المكافحة بالنسبة لمختلف الآفات على نحو يمنع حدوث خلل ضار غير مقبول . وعلى غرار ذلك .. فإن معرفة النظام البيئى الزراعى تسمح بتقدير عوامل الموت التى تعمل ضد أعداد أية آفة فعلية أو محتملة ، ومن ثم فإنها تشير إلى مايمكن اتخاذه من إجراءات لدعم أو زيادة أثر عوامل الموت المذكورة . وقد اتجه الإنسان إلى تنظيم النظام البيئى الزراعى للقطن وإلى تبسيطه لتحقيق عدة مزايا ، منها : زيادة غلة ألياف القطن ، بالإضافة إلى زيادة الفعالية فى إنتاج هذه الألياف وفى حصادها . وزراعة أشجار القطن على مسافات موحدة ، مع استبعاد النباتات الأخرى تؤدى إلى تسهيل كثير من المعاملات الزراعية (مثل الزراعة ، والرى ، والتسميد ، والحصاد) تسهيلاً كبيراً ، كما أن مكافحة الحشائش الضارة تقلل من منافستها لنباتات القطن على المياه والضوء والعناصر الغذائية . ويمكن تحقيق الاستغلال الفعال لتلك الموارد نفسها عن طريقة زراعة النباتات على المسافات الملائمة ، واختيار الوقت المناسب للزراعة والتسميد والرى ، كما يمكن تيسير برامج مكافحة الآفات من خلال تنظيم وتبسيط النظام البيئى الزراعى للقطن ، مثل : توحيد وقت الزراعة ، وتنفيذ تعليمات حرث الأرض ، وتقليع النباتات بعد الحصاد ، وتحديد فترات زمنية يكون فيها الحقل خالياً تماماً من نباتات القطن .

(أ) أهمية الماء للقطن

يحتاج نبات القطن إلى ٥٦٢ كيلو جرام من الماء لكل كيلو جرام من المواد الكلية المكونة للنبات . وهناك عوامل تؤثر على كمية الماء التى يستهلكها نبات القطن ، منها :

١ ـــ المناخ

٢ ـــ كمية الماء التى تضاف للتربة ، ومدى تكرار إضافتها . وتتغير الاحتياجات اليومية من المياه وفقاً للتطور الموسمى للنبات . ولا تحدث هذه التغيرات بسبب زيادة أنسجة النبات فقط ، ولكن أيضا بسبب التغيرات الموسمية فى العوامل البيئية . وعندما تتوفر المياه بكميات تزيد عن الحاجة ، فقد يتجه النبات إلى النمو الخضرى ، وبذلك يصبح أكثر جاذبية للحشرات الحرشفية الأجنحة التى تتغذى على الأوراق . وقد تؤدى الرطوبة الزائدة إلى إتلاف البذرة أو البادرات الصغيرة ، وإعاقة التطور السليم للجذور ، ومنع النبات من بلوغ الحد الأقصى لقدرته على حمل اللوز ، بالإضافة إلى المعاونة على تعفن اللوز وخفض المحصول . وقد يكون نقص الماء من أخطر العوامل التى تؤثر على نمو نبات القطن ، فقد يؤدى إلى فشل البذرة فى الإنبات ، أو موت البادرات ، أو تساقط الأجزاء الثمرية من النباتات البالغة التى تذبل وتموت ، كما يؤدى نقص الرطوبة إلى تقزم النبات ، وازدياد تساقط البراعم الزهرية واللوز الصغير عن المعدل الطبيعى ؛ مما يؤدى إلى انخفاض محصول القطن وجودته .

(ب) أثر التسميد

يعتبر النيتروجين بمختلف أشكاله من أكثر الأسمدة استخداماً فى زراعة القطن . ويمكن الحصول على استجابة ممتازة من ناحية الإثمار باستعماله فى معظم أنواع التربة . وقد تحتاج التربة فى بعض الظروف المعينة إلى البوتاسيوم والفوسفور ، مما يساعد مساعدة كبيرة على نمو النبات ، وعلى احتفاظه بالثمار ، كما قد تحتاج بعض أنواع التربة إلى الزنك ، والحديد ، والبورون ، والكبريت وغيرها من العناصر النادرة حتى تنمو نباتات القطن وتثمر بطريقة طبيعية . ومن ناحية أخرى .. فقد تحتوى بعض أنواع التربة على بعض العناصر بكميات أكثر من اللازم ؛ مما يؤدى إلى انخفاض الإنتاج .

وينبغى توخى الحذر وتحقيق توازن ملائم عند استعمال جميع عناصر التسميد ، فإذا استعمل النيتروجين بكميات أكبر من الكميات التى يحتاجها نوع معين من التربة ، فإن ذلك يؤدى إلى نمو خضرى من شأنه أن يجذب بعض أنواع الآفات الحشرية ، بل إن ذلك النمو الخضرى قد يزداد إلى حد يؤدى إلى تأخير ظهور النموات الثمرية أو الإقلال منها .

ويمكن تحديد الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية عن طريق تحليل التربة ، مع إجراء تجارب حقلية فى منطقة معينة ، حتى يمكن أن نحدد بدقة الكميات والعناصر التى يلزم استعمالها .

٢ ــ آفات القطن الرئيسة

الحفار ــ الدودة القارضة ــ مَن القطن ــ التربس ــ العنكبوت الأحمر ــ الدودة الخضراء ــ دودة ورق القطن ــ دودة اللوز القرنفلية ــ دودة اللوز الشوكية .

ومن أهم أمراض القطن

احمرار أوراق القطن (عفن الجذور) ــ خناق القطن ــ الذبول الفيوزاريومى (الشلل) ــ عفن لوز القطن ، بالإضافة إلى الحشائش الحولية الشتوية والصيفية .

ثالثاً : تقنيات مكافحة آفات القطن

١ ــ الإجراءات الزراعية

أمكن على مدى أزمان طويلة التوصل إلى مجموعة من المعاملات الزراعية التقليدية التى تساعد فى إمكانية مكافحة آفات القطن . وقد لايؤدى إدخال إحدى المعاملات الزراعية الجديدة ، أو تعديل معاملة زراعية قديمة إلى إحداث تأثير فورى على مجموعة الآفات ، غير أن الآثار الكاملة لمثل هذه التغيرات قد تظهر بعد سنوات عديدة من المواءمة بين مجموعات الآفات ، وبين العناصر الأخرى فى النظام البيئى الزراعى .

وقد تكون لميعاد الزراعة آثار هامة ، ففى معظم مناطق العالم يحدد ميعاد الزراعة ، بحيث يتم جنى القطن خلال موسم جاف نسبيًا ، كما يحدد ميعاد زراعة القطن ، بحيث يتوافق مع درجة الحرارة والرطوبة المثلى للتربة ، مما يساعد على الإنبات السريع للبذور ونمو النباتات ، كما أنه من الأفضل زراعة المحصول كله فى منطقة ما فى أقصر وقت ممكن ، حتى تنمو النباتات وتنضج معاً بطريقة متناسقة وفى آن واحد . والمعروف أن أى عامل يؤدى إلى إطالة فترة الزراعة قد يعرض المحصول لمزيد من الأخطار الناتجة عن الإصابة بالآفات الحشرية ، كما أن عمليات إسقاط الأوراق ، وسرعة الجنى ، والقضاء على بقايا المحصول بعد الجنى كلها معاملات ذات أثر فعال فى التقليل من آفات القطن . ويمكن تأخير موعد الزراعة للاستفادة من الخروج الانتحارى لفراشات دودة اللوز القرنفلية قبل ظهور الأجزاء الثمرية لنبات القطن ، والتركيز على منع رى البرسيم بعد ١٠ مايو ، مما يؤدى إلى ارتفاع معدل وفيات دودة القطن ، وبالتالى يقلل أعدادها التى تنقل إلى القطن بدرجة كبيرة .

(أ) أهمية التنوع البيئى

من المفاهيم الأيكولوجية الشائعة والمسلم بها أن استقرار مجتمع ما مرتبط بتنوعه . ويعنى ذلك أن حالة الاستقرار تتضمن أن يبقى كل من تشكيل الأنواع المختلفة من ناحية ، وأعداد كل نوع على حدة من ناحية أخرى ثابت نسبيا على مدى فترة طويلة . ومن هنا ينبغى تشجيع العودة إلى التنويع فى المناطق الزراعية ، كالإبقاء على الأسوجة وغيرها من المناطق البرية غير المزروعة ، ولكن من الناحية الأخرى .. فإن هناك من الدلائل مايشير إلى أن هذا النوع من التنويع كثيراً مايساعد على انتشار الآفات . ولعل انتشار الآفات مثل دودتى اللوز الشوكية والأمريكية فى زراعات القطن فى أفريقيا ، وغالباً مايعزى مباشرة لتنوع البيئة ، وذلك فى شكل محاصيل وعوائل برية متبادلة أو متعاقبة ، فزراعة الذرة مع القطن فى تنزانيا تزيد من الأضرار التى تسببها إصابة القطن بدودة اللوز الأمريكية ، بينما نجد فى بعض الظروف الأخرى أن زراعات الذرة هى التى تؤدى إلى استقرار التوازن بين الآفة واعدائها الطبيعية ، مما يخفف حدة المشكلة .

أما فى السودان ، فإن موعد الزراعة وارتباطه بحجم المساحات المزروعة بالعوائل البديلة هو واحد من بين العوامل الرئيسة التى تؤثر على مدى إصابة القطن لدودة اللوز الأمريكية ، لأن المعروف أن المساحات الكبيرة التى تزرع بالذرة الرفيعة والفول السودانى تأوى مجموعات من ديدان اللوز قبل القطن .

ومن الصعب تقدير آثار وقيمة التنويع فى المناطق غير المزروعة والمتاخمة للمحاصيل ، وخاصة فى المناطق التى تتميز بتركيب معقد للنبات فيها . وقد تكفى تغيرات طفيفة فى طبيعة التركيب النباتى فى هذه المناطق لمساعدة عوامل المكافحة البيولوجية . وغالباً ماتوفر تلك التغيرات الغذاء والمأوى للحشرات الكاملة من الطفيليات والمفترسات ، أو أنها توفر عوائل بديلة لهذه الأعداء الحيوية . وعلى ذلك .. فإن التركيز ينبغى أن ينصب على اختيار النمط المناسب من التنويع . وتجب المحافظة على الآفات بأعداد تكفى لتوفير الغذاء لأعدائها الطبيعية .

(ب) استخدام الأصناف النباتية المقاومة للآفات

يجب التركيز على انتخاب نباتات أكثر مقاومة ، وإدخالها فى الزراعة ، وكذا إنتاج أصناف سريعة الإثمار ، مبكرة النضج . وفى هذا المجال ينبغى أن يعمل أخصائيو وقاية النبات فى تعاون وثيق مع مربى القطن فى جميع مراحل استنباط الأصناف الجديدة .

(جـ) كثافة الزراعة

من المعروف أن القطن ذا الكثافة العالية يتطلب فترة أقصر للإثمار ، حيث تنتج شجيرات القطن ذات الكثافة العالية أزهاراً أقل ، وذلك يسمح بتقليل فترة الإثمار إلى حد كبير . ورغم انخفاض عدد اللوز فى كل نبات ، فإن إجمالى المحصول لاينخفض عادة حتى يعوض قلة اللوز فى كل نبات بزيادة عدد النباتات التى تزرع فى الفدان . وتحتاج الزراعة الكثيفة إلى بذور عالية الجودة ، وكميات أكبر من التقاوى . وعموماً .. فإن الزراعة الكثيفة تحد من الفترة الزمنية التى يتاح للحشرات خلالها أن تتغذى على أنسجة الأجزاء الثمرية ، مما يقلل من تكاليف المكافحة .

٢ ـــ المكافحة الحيوية بالطفيليات والمفترسات

لم يستفد حتى الآن من دور المفترسات والطفيليات فى مكافحة آفات القطن . وقد يكون من الصعب إجراء تقييم كامل ودقيق لفعالية أى من الأعداء الطبيعية فى إطار العلاقات المتشابكة التى تسود الحقل . ويمكن الاستفادة من الأعداء الطبيعية لآفات القطن فى برامج المكافحة المتكاملة عن طريق .

أ ـــ اتباع نظام لسياسة الآفات يحمى المفترسات والطفيليات الموجودة فى الطبيعة ، ويزيد من أعدائها .

ب ـــ عن طريق تربية الأعداء الطبيعية على نطاق واسع فى المعمل ، وإطلاقها فى الطبيعة كنواة لمزيد من التكاثر فى الحقل ضد آفة ما أو عدد من الآفات ، بل يمكن إطلاق الأعداء الطبيعية بأعداد كبيرة كعامل منظم لأعداد الآفات ، وهى طريقة أفضل من السابقة .

جـ ـــ حماية الأعداء الطبيعية وزيادة أعدادها : ويمكن تحقيق تلك الحماية بطرق مختلفة ، منها :

١ ـــ معرفة أثر المبيدات الموصى بها على أهم أنواع الحشرات النافعة ، وذلك عن طريق إجراء التجارب التى تتيح اختيار المبيدات على أساس أثرها السام على الآفة مجال المكافحة ، وقدرتها على عدم الإضرار بأكبر عدد من الحشرات النافعة من ناحية أخرى .

٢ ـــ فرض قيود على استعمال المبيدات الحشرية التى تؤثر على قاعدة عريضة من الأحياء ، إلا فى حالات الضرورة القصوى ، على أن يكون ذلك تحت اشراف لجنة التوصيات ، مع تدعيم استخدام الإجراءات الزراعية الملائمة .

٣ ـ استخدام مسببات الأمراض

رغم معرفتنا أن معظم آفات القطن الحشرية تتعرض للإصابة بنوع أو أكثر من الأمراض ، فإن مدى التقدم فى تقييم وتطوير استخدام مسببات الأمراض لهذه الآفات كان بطيئاً . وقد اقتصرت معظم الجهود على الدراسات المعملية ، ولم تتناول عمليات التقييم الواسعة تحت الظروف الحقلية إلا فى حالات قليلة جدًّا . ونظراً للمزايا الثابتة لمنببات الأمراض ، فإنه يجب إجراء المزيد من البحوث الموسعة التى تهدف إلى استخدامها فى برامج المكافحة المتكاملة لآفات القطن ، بالإضافة إلى أنه يمكن إنتاج الكثير من مسببات الأمراض بطرق رخيصة من الناحية الاقتصادية ، مما ينبغى معه اعتبارها عاملاً نموذجيا لمكافحة الآفات يصلح للاستخدام فى مصر .

ويتضمن الاتجاه الأساسى لاستخدام مسببات الأمراض مراعاة عدة اعتبارات :

١ ـ المعرفة التامة بالخواص الحيوية ، والبيئية ، والتاريخ الموسى ، وسلوك الحشرة المستهدفة بغرض تحديد أصلح توقيت لاستخدام المبيد الميكروبى للحصول على أقصى فعالية منه .

٢ ـ يجب أن يكون الميكروب المختار آمناً وسهل الاستخدام ، وذا تأثير متخصص إلى حد معقول ، وعلى قدر عال من الفاعلية ضد الآفة .

٣ ـ يجب أن تتضمن طريقة التوزيع وصول كمية ثابتة من الميكروب موزعة توزيعاً منتظماً ، بحيث تسبب موت الآفة المستهدفة .

٤ ـ المكافحة الكيميائية

تعتبر المبيدات الكيميائية عوامل نافعة ومفيدة فى مجال تنظيم تعداد الآفات . والكثير من هذه المبيدات ذو فعالية كبيرة يمكن الاعتماد على نتائجها ، كما أنها تكون اقتصادية فى استخدامها . وتعتبر المبيدات الكيميائية هى الطريقة الوحيدة المعروفة لمكافحة كثير من الآفات الزراعية والصحية ذات الأهمية العظمى فى العالم . ولا يمكن أن تتاح وسيلة أخرى بهذه السهولة النسبية فى الاستعمال ، كما لايمكن الحصول بأى وسيلة أخرى على مثل نتائجها السريعة الحاسمة . وتتوقف الاستخدامات السليمة للمبيدات الكيميائية بصفة رئيسة على وجود برامج مستمرة للبحث والإرشاد . ويجب أن يحكم على مدى الحاجة لاستخدام أى مبيد على أساس موازنة القيم الإيجابية المتوقع الحصول عليها ضد القيم السلبية المحتملة ، مثل : مخلفاتها على المحاصيل ، والأخطار التى يتعرض لها الإنسان والحيوان والحشرات النافعة ، والتأثيرات الضارة على الحياة البرية ، وتلوث البيئة ، بالإضافة إلى التكاليف النقدية لها .

ويشكل المبيد المتخصص وسيلة نموذجية لمكافحة الآفات . وحتى الآن لم تظهر مثل هذه المبيدات على نطاق تجارى إلا فى حالات قليلة جدا . والمفروض أن كل المبيدات تشتمل على شىء من التخصص ، ولكن توجد فروق واضحة وحقيقية فى مدى هذا التخصص ودرجته . ولقد بذلت

جهود كبيرة على مدى سنوات للبحث عن مواد شديدة السمية نسبيا للحيوانات اللافقارية ، وقليلة السمية للثدييات . ولا شك أن ذلك الاتجاه ضرورى لأمن الإنسان ، ولكن الأمر يقتضى أيضاً التوصل إلى مواد ذات تأثيرات مختلفة على المجموعات المختلفة داخل مفصليات الأرجل . وفى هذا المجال نجد أنه ليس من الضرورى التوصل إلى الحد الأعلى من التخصص الذى يسمح بوصف مبيد متخصص ووحيد لكل نوع من الآفات ، ولكن الأمر يتطلب وجود مبيدات فعالة تكون متخصصة ضد مجموعات من الآفات ، مثل : المنّ ، والتربس ، والعنكبوت الأحمر ، ويرقات حرشفية الأجنحة .

وفى نطاق أنظمة المكافحة المتكاملة قد تكون ديناميكية أعداد الآفات أو العلاقة بين أعداد الآفة والأضرار المتسببة للحصول على علاقة معينة لاتستدعى ضرورة الحصول على مستوى إبادى عال للآفة ، فبدلاً من الحصول على مستوى إبادة ٩٥٪ أو أكثر ، قد تكون نسبة الإبادة ٧٥٪ فقط ، أو حتى أقل من ذلك هى النسبة المرغوبة . وفى مثل هذه الظروف قد تكون الجرعة القليلة من المبيد اللازمة للحصول على النسبة المنخفضة للموت هى التى تسمح بالحصول على فعل التخصص المطلوب بين الآفة والكائنات النافعة . ولعل الانتظار لظهور مبيدات متخصصة عملية مستحيلة إنما يمكن استخدام المبيدات المتاحة حالياً استخداماً أمثل عن طريق تعديل مقادير الجرعات ، ونوعية المستحضرات ، وتوقيت استخدام المبيد ، وطرق هذا الاستخدام ، وغير ذلك من الوسائل . وكثيراً مايفضل الحصول على نسب موت مختلفة للكائنات المختلفة فى الحقل تترك التوازن فى صالح الكائنات النافعة .

رابعاً : تصورات لاتجاهات بحثية للنهوض ببرنامج المكافحة المتكاملة لآفات القطن

١ ــ أساليب زراعية

١ ــ ميعاد الزراعة : ضرورة إتمام زراعة الأرض بالقطن فى أقصر وقت ممكن ، حتى يتسنى وجود نمو متماثل للمحصول فى كل محافظة ، حيث إن التفاوت فى ميعاد الزراعة يؤدى إلى إطالة التوقيت الذي تلزم فيه مكافحة الآفات نتيجة لتباين مراحل النمو ، ودراسة تحديد ميعاد الزراعة بما يتلاءم والاستفادة من الخروج الانتحارى لفراشات دودة اللوز القرنفلية .

٢ ــ كثافة النباتات : تحتاج هذه النقطة إلى دراسة عميقة بين علماء المحاصيل ، ومكافحة الآفات ، فالزراعة الكثيفة تؤدى إلى قصر فترة الإثمار ، وبالتالى تقلل إلى حد كبير من فرصة زيادة أعداد ديدان اللوز .

٣ ــ مقننات الرى : ضرورة إعادة النظر فى مقننات الرى اللازمة لمحصول القطن ، فالملاحظ أن هناك نوعاً من الإسراف فى كميات المياه ، مما يعكس اتجاهات خطيرة فى تعداد الآفات .

٤ ــ عناصر التسميد : توخى الحذر ، وتحقيق توازن ملائم بين جميع عناصر التسميد ، ومدى انعكاس التسميد على التعداد الآفى فى حقول القطن .

٥ ــ مسقطات الأوراق : دراسة بحثية لاستخدام مسقطات الأوراق ، حيث إن نباتات القطن تستطيع أن تتحمل فقد مايصل إلى ٥٠٪ من النمو الخضرى الصغير ، دون أن يؤثر ذلك على إنتاج المحصول . ولكى تتخذ القرارات المناسبة لمكافحة الحشرات المسقطة للأوراق يجب أن يؤخذ فى الأعتبار مايلى :

(أ) مدى كثرة الكائنات الحيوانية النافعة فى الحقل ، وتأثيرها على الآفة .

(ب) مدى كثرة البيض المخصب للآفة .

(ج) نسب وجود أعداد اليرقات الكبيرة ، بالمقارنة باليرقات الصغيرة .

(د) تطورات وجه القمر ، حيث إن نشاطى التلقيح ووضع البيض يكونان فى أدنى مستوياتهما فى ليالى البدر (القمر الكامل) .

٦ ــ أصناف مقاومة للآفات : يلزم أن يتعاون علماء التربية والوراثة ومكافحة الآفات وصولاً لأصناف مقاومة قدر الإمكان للإصابة بآفات خطيرة ، وفى نفس الوقت ذات قدرة إنتاجية .

٧ ــ التنوع البيئى : ضرورة دراسة مدى تأثير التنوع البيئى على تعداد الآفات أدت إلى إمكانية استخدام نباتات البامية والتيل كمصايد نباتية لدودة اللوز القرنفلية .

٢ ــ إجراءات تشريعية وتنظيمية

١ ــ ضرورة تجريم رى البرسيم بعد ١٠ مايو .

٢ ــ من التشريعات اللازمة للتخلص من سيقان نباتات القطن بعد جمع المحصول تخلصاً تاما وجماعيا ، ووضع التشريعات التى تحدد آخر موعد لعمليات الحرق ، ودفن بقايا المحصول فى التربة بعد تقليعها .

٣ ــ هرس أحطاب القطن وكبسها فى بالات ، وإدخالها فى استخدامات اقتصادية ، كصناعة الأخشاب ، أو كوقود .

٤ ــ تجريم وجود المحالج الأهلية الخاصة التى تعتبر مصادر أساسية لإصابة محصول القطن الجديد بدودة اللوز القرنفلية .

٥ ــ تحديث المحالج الحكومية القائمة ، فمعظمها يزيد عمر أجهزته وآلاته عن خمسين عاماً ؛ مما يثير التخوف من دقة أجهزة تسخين البذور المستخدمة كتقاو ، بالإضافة إلى عدم توفر الإجراءات الصحية التنظيفية حولها ، الأمر الذى يجعل هذه المحالج من أهم مصادر الإصابة لديدان اللوز القرنفلية .

٣ ــ المكافحة الكيميائية

(أ) دراسات بيئية

١ ــ إعادة النظر فى الحد الحرج للإصابة بدودة اللوز القرنفلية لظهور متغيرات كثيرة فى النظام البيئى الزراعى .

٢ ــ التوصل إلى حد حرج للإصابة بدودة ورق القطن .

٣ ــ الالتزام بهذه الحدود فى المكافحة الكيميائية ، وإلغاء فكرة استخدام التاريخ المحدد لبدء الرش .

٤ ــ ضرورة التوصية بعدم اتخاذ إجراءات المكافحة الكيميائية فى بداية الموسم ، وتجنب اتباع أى معاملة كيميائية للقطن إلا إذا كان معرضاً لأضرار اقتصادية ، حتى يمكن المحافظة على الأعداء الطبيعية .

٥ ــ استخدام مصائد الفورمونات والمصائد الضوئية كوسيلة تحذيرية لمعرفة تعداد الآفات ، حتى تتسنى مكافحتها .

(ب) دراسات خاصة بتنظيم استخدام المبيدات

١ ــ تخفيض عدد الرشات .

٢ ــ خفض مستوى الجرعات .

٣ ــ محاولة البحث عن مبيدات لها تأثير على طور الحشرة الكاملة (خاصة دودة اللوز القرنفلية) .

٤ ــ رش المناطق المصابة وتجنب الرش العام .

٥ ــ ترك بعض المناطق دون رش تشجيعاً للأعداء الحيوية .

٦ ــ رفع مستوى الحد الحرج للمكافحة الكيميائية .

٧ ــ مدى تأثير خلط المبيدات .

٨ ــ دراسة دورات المبيدات .

٤ ــ المكافحة البيولوجية

١ ــ إجراء دراسات ميدانية لمعرفة أثر استخدام المبيدات الكيميائية على تعداد الأعداء الحيوية .

٢ ــ إجراء حصر دورى ومستمر فى الحقول للربط بين مدى الإصابة بالآفات ، وكثافة أعداد المفترسات والمتطفلات .

٣ ــ إجراء دراسات بيولوجية على الأعداء الطبيعية الهامة للتعرف على إمكانياتها فى المكافحة البيولوجية .

٤ ــ ضرورة إجراء الدراسات على الطفيليات والمفترسات على نطاق واسع .

الصعوبات التى تواجه تقدم نظام التحكم المتكامل

تناولنا فى الأجزاء السابقة أهم مشاكل التوسع فى استخدام المبيدات الكيميائية ، مما أدى إلى تبنى نظرية جديدة فى مجال مكافحة الآفات تعتمد على تكامل الوسائل المتاحة لخفض تعداد الآفة إلى مستوى أقل من الضرر الاقتصادى ، وهى مايطلق عليه التحكم المتكامل للآفات (IPM) . وقد تم استعراض أهم وسائل المكافحة ، خاصة غير الكيميائية ، مع التعرض للمبيدات المتخصصة ، والتى تستخدم عند الضرورة القصوى ، ومن أمثلتها : مبيدات البيض .

لعل معظم التقدم الذى تم إنجازه فى نطاق التحكم المتكامل للآفات انحصر أساساً فى مجال الزراعة . وقد تركزت معظم الدراسات فى هذا المجال على آفات (الحشرات والأكاروسات) محاصيل القطن ، والموالح ، وأشجار الفاكهة المتساقطة ، وفول الصويا ، والبرسيم ، والتى تستهلك حوالى ٧٠٪ من كمية المبيدات الكيميائية المستخدمة بنسبة ٤٠ ــ ٥٠٪ فى العام التالى من تنفيذ البرنامج ، وقد تصل نسبة الانخفاض إلى ٧٠ ــ ٨٠٪ بعد ١٠ سنوات ، دون حدوث نقص فى إنتاجية المحصول . وقد أصبح الآن لدى المزارعين فى مناطق كثيرة من العالم قناعة كاملة لتقبل واستخدام هذا النظام فى مكافحة الآفات .

وقد لوحظ فى بعض المناطق بولاية تكساس أن إنتاج القطن لم ينخفض مقابل خفض استخدام المبيدات الكيميائية بمعدل ٥٠ ــ ٧٠٪ . ولا شك أن نظام (IPM) يؤدى إلى زيادة النضج المبكر لأصناف القطن التى تحتاج إلى كميات أقل من الأسمدة بمعدل ٨٠٪ ، وكميات أقل من مياه الرى بمعدل ٥٠٪ ، وذلك بالمقارنة بالأصناف المتأخرة النضج . ويؤدى هذا إلى توفير ١٠٠ دولار من تكلفة الفدان الواحد (٦٢ - ١٧٠ دولار فى المتوسط) . وقد أظهر تطبيق نظام (IPM) على حوالى ٢٥ محصولاً نباتيا انخفاضاً معنويا فى كمية المبيدات المستخدمة ، دون أى تأثير غير مرغوب على كمية وجودة المحصول مع زيادة دخل المزارعين ، كما أظهرت الدارسات على حيوانات المزرعة أنه مع انخفاض كمية المبيدات المستخدمة زاد وزن الحيوان ، وارتفع معدل استهلاكه للغذاء .

بالإضافة إلى ما سبق فى ميدان الزراعة أمكن الوصول إلى نتائج مشجعة للغاية ضد بعض الآفات التى لها علاقة بالصحة العامة ، وكذلك آفات الغابات ، ففى بيركلى وسان جوزى وديفز بالولايات المتحدة الأمريكية أدى تطبيق نظام (IPM) إلى خفض كمية المبيدات المستخدمة لمكافحة الآفات التى تهاجم أشجار الظل المحيطة بالمدن ، بحيث عوملت ١٦٪ من الأشجار (٤٦٢٠٠٠ شجرة) بالمبيدات الكيميائية قبل تطبيق نظام (IPM) ، بينما عوملت ٠٫٨٪ من الأشجار بالمبيدات الكيميائية ، وحوالى ١٪ ببكتريا **Bacillus thuringiensis** بعد تطبيق هذا النظام . وتوضح هذه الأمثلة مدى إمكانية خفض كمية المبيدات الكيميائية المستخدمة فى ظل هذا البرنامج .

وتوضح النتائج المتحصل عليها فى مكافحة البعوض بولاية كاليفورنيا أن تطبيق نظام (IPM) أعطى مكافحة معقولة ومرضية ، وذلك باستخدام الوسائل الطبيعية ، والبيولوجية ، والزراعية ، والكيميائية . وقد أدى هذا النظام إلى خفض استخدام المبيدات الكيميائية ، ففى عام ١٩٦٢ استخدام حوالى ٦١٥٠٠٠ رطل ، أى أن معدل الخفض بلغ حوالى ١٠ مرات وكان لذلك أثره فى خفض تكلفة العمالة ، بالإضافة إلى توفير ثمن المبيدات الكيميائية ، وكذا انخفاض مستوى تلوث البيئة .

الصعوبات التى تواجه تقدم نظام التحكم المتكامل

Major barriers to progress IPM

رغم تقدم نظام IBM ، فإنه لم ينفذ على نطاق واسع فى مجال الزراعة حتى الآن . ونظراً للصعوبات التقنية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية تأخر التوسع فى تطبيق هذا النظام . ومن أهم الصعوبات والعقبات التى تواجه تطبيق هذا النظام ما يلى :

١ – عدم توفر المعلومات

رغم توفر الدارسات والأبحاث على نظام IPM فى السنوات الأخيرة ، إلا أن التطبيق مازال يحتاج جهداً أكبر لجمع المعلومات ، ولإنشاء نظام تحذيرى جيد . ويتطلب ذلك تعاون العلماء فى كافة المجالات . وقد يؤدى استخدام نظام التحليل المتقدمة ونماذج برامج الحاسبات الالية دوراً هاما فى تنفيذ برامج IPM . وهناك كثير من الصعوبات فى هذا المجال يلزم التغلب عليها قبل تطبيق نظم IPM فى المكافحة .

٢ ــ عدم تأكد المزارعين من نجاح هذا النظام

حتى مع توفر نظم IPM فى الولايات المتحدة الأمريكية ، إلا أنه غالباً مايواجه صعوبات فى تسويقه أو بيعه إلى المزارعين أو غيرهم ممن اعتادوا تطبيق استراتيجية المكافحة السهلة باستخدام الكيميائيات . ومن الضرورى اقتناع المزارعين بامكانية نظم IPM فى تنفيذ مكافحة كافية للآفات بتكلفة أقل من استخدام المبيدات الكيميائية ، كما يجب الإلمام الكافى بكيفية تنفيذ مثل هذه البرامج .

٣ ــ مصادر معلومات المزارعين

لعل أهم الأسباب لانتشار المبيدات الكيميائية هى توافر المعلومات التى تصل إلى المزارعين وغيرهم ممن يستخدمون المبيدات الكيميائية ، ففى ولاية كاليفورنيا تصل المعلومات من نصائح وإرشادات للمزارعين عن طريق القائمين بتسويق المبيدات الكيميائية . وعلى سبيل المثال .. تصل ١٪ من المعلومات لمزارعى القطن عن طريق المراكز الإرشادية لمكافحة الآفات ، والباقى يصل عن

طريق شركات المبيدات ومراكز تسويقها ، والتى من الطبيعى أن تبرز أهمية المبيدات الكيميائية لدى المزارعين ، مما يوحى للمزارعين بتنفيذ التعليمات التى تصل إليهم من القائمين بتسويق وبيع المبيدات ، بالإضافة إلى المعارض العامة لشركات المبيدات . أما مراكز الخدمات المسئولة عن النواحى الإرشادية ، فهى تقوم بجهد متواضع لقلة عدد الأفراد المتخصصين بها ، ففى ولاية Iowa يوجد حوالى ٤٠٠٠ شخص أو أكثر مسئولين عن بيع المبيدات الكيميائية ، بالمقارنة بحوالى ١١٩ شخص بمراكز الخدمات المسئولة عن النواحى الإرشادية فى مكافحة الآفات (إحصائية عام ١٩٧٣) .

٤ ــ نقص الكفاءات البشرية

يوجد فى الولايات المتحدة الأمريكية حوالى ٢٠٠٫٠٠٠ فنى تنحصر مهمتهم فى تنفيذ واستخدام المبيدات الكيميائية لمكافحة الآفات ، وهم مؤهلون تأهيلاً علميا كافياً ، وحاصلون على شهادات من جهات معترف بها . ومنهم منفذو الرش الجوى ، والقائمون بعملية المكافحة ، والقائمون بالنواحى التجارية ، بينما لايزيد عدد المتخصصين بمراكز الخدمة المسئولة عن المكافحة وصحة الحيوان عن ١١٢٠ (إحصائية عام ١٩٧٧) بالإضافة إلى ٥٠٠ مستشار يعملون لحسابهم الخاص .

٥ ــ التنظيمات التشريعية

يجب أن تخضع نظم المكافحة لقواعد وتنظيمات تشريعية تسيطر عليها الدولة ، حتى يمكن لنظام IPM أن يحقق نجاحاً ملموساً فى مكافحة الآفات ، ففى عام ١٩٣٠ نجحت هيئة مراقبة الأغذية والدواء الأمريكية فى تقليل كميات الحشرات وبقاياها الموجودة فى الغذاء ، ولو أنه لاتوجد أى أضرار مرضية واضحة من هضم أجزاء نباتية تغذت عليها الحشرات . وفى عام ١٩٧٢ ظهرت بعض الاتجاهات الحديثة ، مثل : مسببات الأمراض ، والجاذبات الجنسية ، والهرمونات الحشرية ، وجميعها يمر بنفس الاختبارات التى تمر بها المبيدات الكيميائية من حيث تسجيلها للاستعمال العام ، ولو أن هذه الاتجاهات تتميز بالتخصص أكثر من المبيدات الكيميائية ، ولكن مما يؤثر على انتشار استخدامها ارتفاع تكلفتها الاقتصادية حتى الآن .

وسائل التخلص من الصعوبات التى تواجه نظام IPM

١ ــ ضرورة وجود هيئة رسمية لإجازة ، وتمويل ، ومراجعة ، وتقييم نظم IPM .
٢ ــ سن تشريعات حكومية تنظم هذه البرامج من حيث أمانها ، وأثرها على تسويق الغذاء والعمليات الصناعية .
٣ ــ عمل شهادات تقدم للمشرفين ، والمستشارين ، والقائمين على هذه البرامج .
٤ ــ دراسة العمليات البنكية التى تمول هذه المشاريع ، ودراسة أثرها وعائدها الاقتصادى .
٥ ــ دراسة عملية تأمين المزارعين التابعين لبرامج IPM ضد أخطار الآفات .
٦ ــ استيراد الأعداء الحيوية بناء على دراسات دقيقة ، وذلك من الموطن الأصلى للآفة ، ومدى أقلمتها فى البيئة المحلية .

٧ ـــ دراسة المناطق المشابهة للبيئة المحلية من حيث آفاتها ، وأعدائها الحيوية ، وظروفها البيئية وإنتاجية المحصول .

٨ ـــ الاهتمام بدراسة وتعليم علوم البيئة ذات العلاقة بنظام IPM .

٩ ـــ زيادة تمويل الأبحاث التى تتعلق بمدى تأثير المبيدات على البيئة ، ومقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، ووسائل التحذير ، والتنبؤ وتحسين طرق معاملة بالمبيدات .

١٠ ـــ النهوض ببرامج تحسين وسائل المكافحة وطرقها ، ووسائل التحذير التى تقلل من أضرار المبيدات المستخدمة فى نظم IPM على البيئة وصحة الإنسان .

المراجــع

أولاً : المراجع العربية

أحمد سيد النواوى (١٩٦٥) ــ مبيدات الحشائش ــ الجزء الأول ــ ص٣٣٢ ــ دار المعارف بمصر .

أحمد سيد النواوى (١٩٧٢) ــ أسس وقاية المزروعات ــ ص٣٤٦ ــ دار المعارف بمصر .

أميرة حسن طبوزادة (١٩٦٦) ــ مقاومة الحشرات والقراد والحلم لمبيدات الآفات ــ ص٥٥٦ ــ دار المعارف بمصر .

حسين زعزوع ، وعبد المنعم ماهر ، محمد أبو الفار (١٩٧٢) ــ أسس مكافحة الآفات ــ ص ٤٥٨ ــ الطبعة الأولى ــ دار المعارف بمصر .

شاكر محمد حماد ، وحسين العمروسى ، ومحمود عبد الحليم عاصم (١٩٦٥) ــ آفات وأمراض الخضر ومقاومتها ــ ص٧٦٦ ــ الدار القومية للطباعة والنشر .

محمد السيد أيوب (١٩٦٠) ــ الآفات الزراعية وطرق مقاومتها ــ ص٤٥٠ ــ دار الفكر بالرياض .

محمود زيد (١٩٦٣) ــ مقاومة الآفات ــ ص٧٥٢ ــ دار المعارف بمصر .

عبد الخالق حامد السباعى (١٩٦٦) ــ كيمياء وسمية مبيدات الآفات واختباراتها معمليًّا وحقليًّا ــ ص ١٩٠ ــ دار المعارف بمصر .

عبد الخالق السباعى ، وجمال الدين طنطاوى ، و نبيلة بكرى (١٩٧٤) ــ أسس مكافحة الآفات ــ ص٣٧٣ ــ دار المطبوعات الجديدة .

على تاج الدين (١٩٨١) ــ مبيدات الأعشاب والأدغال (الحشائش) ــ ص٣٠٩ ــ دار المعارف بمصر .

على إبراهيم دبور وشاكر محمد حماد (١٩٨٢) ــ الآفات الحشرية والحيوانية وطرق مكافحتها فى المملكة العربية السعودية ــ عمادة شئون المكتبات ــ جامعة الملك سعود ــ الرياض .

ثانياً : المراجع الأجنبية

Abdel-Gawaad, A.A. (1985): Survey of pesticides used in Egypt, pp. 32-84, In: 2nd. International congress for soil pollution and protection from pesticide residues.

Adams, M.E. and Miller, T.A., (1979), Site of action of pyrethroids: Repetitive "barkfiring" in flight motor units of housefly, pestic. Biochem. Physiol., 11:218.

Aizawa, H. (1982), Metabolic maps of pesticides, pp 232, ed., Academic press. New York. London.

Anonymous, (1970), second conference on test methods for resistance in insects of agricultuaral importance. Standard method for detection of insecticide resistance in Heliothis zea (Boddie) and H. Virescens (F.); tentative methods for detection in Diabrotica and Hypera, Bull. Ent. Sco. Amer., 16:147.

Barnett, F.S. (1961). The control of Ticks on livestock, pp. 107, ed., FAO of the united Nations.

Barthel, W.F. (1966), synthetic pyrethroids. In: Advances in pest control research, vol. IV, pp 33-74, R.L. Metcalf, ed. Interscience publishers LTD., London.

Bayer, D.E. and J.M. Lumb (1973), penetration and translocation of herbicides. In: pesticide formulations, pp 481, ed., wade van Valkenburg, Marcel dekker, Inc., New York.

Blum., M.S. and C.W. Kearns (1956). Temperature and the action of pyrethoum in the American cockroach. J. Econ. Ent. 49:862.

Braunholtz, J.T., 1981, Crop protection: The role of the chemical industry in an uncertain future, phil. Trans. Res. Soc., London, B295:19.

Brooks, G.T. (1973): "Chlorinated Insecticides" CRC press, cleveland, Ohio, 1973.

Brown, A.W.A. (1951). Insect control by chemicals, pp 781., New York, ed. John wiley sons, Inc., London. Chapman and Hall, Ltd.

Brown, A.W.A. (1958). Insecticide resistance, in arthropods, pp 213, ed. World Health organization.

Brown, A.W.A., 1958, The spread of insecticide resistance in pest species, In: "Advances in pest control Research," R.L. Metcalf, ed., Interscience publishers, Inc., New York, pp. 351-414.

Burges, D.H. and Hussey, W.N. (1971). Microbial control of insects and mites, pp 825, ed., Academic press, London, New York.

Busvine, J.R., 1980, Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides, FAO plant production protect. Paper No. 21, FAO, Rome, 132 pp.

Cremyln, R. (1978), pesticides, preparation and mode of action, pr 229, printed at unwin Brothers Ltd., The Gresham press, Old Woking.

Edwards, A.C. (1973). Environmental Pollution by pesticides, Vol. 3, pp 535, printed in great Britain by R. & K. Clark Ltd., Edinburgh.

Edwards, A.C. (1973). Persistent pesticides in the environment. 2nd edition, pp 138. ed. chemical Rubber co. press.

El-Guindy, M.A., El-Sayed, G.N., and Madi, S.M. 1975, Distribution of insecticides resistant strains of the cotton leafworm, Spodoptera littoralis in two governorates of Egypt, Bulli, Entomol., Soc., Egypt, Econ. Ser, 9:191.

Eto, M., (1974): "Organophosphorus Pesticides: organnic and biological chemistory" CRC press, cleveland, Ohio, 1974.

FAO, 1979, pest resistance to pesticides and crop loss assessment. 2, FAO plant production protect. Paper 612, FAO, Rome, 41 pp.

Frear, D.E.H. (1947). A catalogue of Insecticides and fungicides, Vol, I. chemical insecticides., ed., Chronica Botanica Co.

Frear, D.E.H. (1942). Chemistry of insecticides, Fungicides and herbicides. P364, D. Van Nostrand company, Inc., New York, London.

Fukuto, T.R. (1957); The chemistry and action of organic phosphorus insecticides. In: Advances in pest control research, vol., I., R.L. Metcalf, ed., Interscience publishers, Inc., New York, Interscience publishers Ltd., London.

Gamougis, G., (1973): Mode of action of pyrethr on arthropod nerves. In casida, J.E., "Pyrethrun", 211-222, Academic press, New York and London, 1973.

Georghiou, G.P. 1982, "The occurrence of resistance to pesticides in Arthropods. An index of cases reported through 1980" FAO, Rome, in press.

Georghiou, G.P., and Taylor, C.E., 1977, pestici resistance as an evolutionary pheromenon proc. XV Intern. cong. Entomol., pp. 759-785.

Georghiou, G.P. and Saito, T. (1983): "Pest resistance to pesticides pp. 809" plenum press. New York and London.

Goring, C.A.I., (1966), Theory and principles of soil fumigation in Advances in pest control research vol., V, pp 47-84, R.L. Metcalf, ed. Interscience put John Wiley & sons, Inc., New York, London. Sydney.

Gunther Zweig, (1964). Analytical methods for pesticides, plant growth regulators and food additives, vol, IV, Herbicides, pp 262, ed, Academic press, New York and London.

Hammock, B.D., and Quistad, G.B., 1980, Juvenil hormone analogs: Mode of action and metabolism, in: "Progress in Pesticide biochemistry, vol. 1, "D.H. Huston and T.R. Roberts, eds., John wiley and sons chichester, England, in preparation.

.Haque, R. and Freed, V.17. (1975): Environmental dynamics of Pesticides, Vol. (6), pp 365. published by plenum press, New York and London.

Hayes, W.J. (1975). Toxicology of pesticides, pp 537, made in U.S.A. ed., The Williams & Wilkins company.

Helgeson, E.A. (1957). Methods of Weed control, pp 188, ed. FAO of the united Nations.

Horsfall, J.G. (1956). Principles of fungicidel action, Vol. 30, pp 280, Waltham, Mass, U.S.A, ed., chronica Botanica company.

Hough, W.S. and A.F. Mason, (1951). Spraying, dusting and fumigation of plant, pp 707 ed., The Macmillan company, New York.

Huffaker, C.B. and Croft, B.A. (1976): Environ. Health perspec., 14, 167.

Jacobson, M., (1941-1953), Insecticides from plant. A review of the literature., 1941-1953. Agriculture handbook No. 154, p. 263 untied states, Dept. of Agric.

Jakob, W.L. 1973, Insect development inhibitors Tests with housefly larvae, J. Econ. Entomol., 66:819.

James A. polon, (1973), Formulation of pesticidal dust. wettable powders and granules. In: pesticides formulations, pp 481, ed. Wade van valkenburg Murcel Dekker, Inc., New York.

Johnstone, D.R. (1973): spreading and retention of agricultural sprays on Foliage. In: pesticide formulations, pp 481, ed. Wade van valkenbu Marcel Dekker, Inc., New York.

John A. Wallwork, (1976), The distribution and diversity of soil Fanna, p355, Academic press, London, New York, San Francisco.

Kilgore, W.W. (1967). Pest control. Biological, physical and selected chemical methods, pp 471, ed., Academic press, New York and London.

King, W.V. (1954). Chemicals evaluated as insecticides and repellents at Orlando., FIA. Agric. handbook, No. 69, pp 395, Ento, Research Branch, Agric. Research Service, U.S. Department of Agriculture.

Kuhr, R.J. and Dorough, H.W. (1976): "Carbamate Insecticides: chemistry, Biochemistry and Toxicology," CRC press, Cleveland, Ohio, 1976.

Leary, J.C. W.I. Fishbein and W.C. Salter (1946). DDT and the insect problem, pp 165, New York. London. Mc Graw-Hill book company, Inc.

Lindgren, D.L. (1966), Fumigation of food commodities for insect control in: Advances in pest control research, vol. V, pp 85-152, R.L. Metcalf Interscience eds., Publishter, John Wiley & sons, Inc., New York. London Sydney.

Matsumura, F. (1985). Toxicology of insecticides 2nd edition, pp 589, pristed in U.S.A. ed 1985 plenum press, New York Adivison of plenums publishing corporation 233 spring strut, New York, W.Y. 10013.

Matthews, A.C. (1979). pesticide application methods, pp 325 printed in great Britain, e.d., Butter K tanner Ltd., Rome and London. Published in the United State of America by Longman Inc. New York.

Mcerren, C.F. and G.R. Stephenson, (1979), The use and significance of pesti-

cides in the environment pp 525, Guelph, Ontario, Canada. January 1979. Awiley-Interscience publication. John wiley & sons, New York chichester, Brisbane, Toronto.

Metcalf, R.L., (1966), Advances in pest control research, vol. V, pp 329, Interscience publishers, division of John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney.

Metcalf, R.L. and Luckman, W.H. (1975): Introduction to insect pest management." Wiley-Inter-science, New York and London.

Metcalf, R.L. and Mckelvey, J.J., Jr. (1976): The future for Insecticides. Needs and prospects, 524 pp., John Wiley & sons, New York, 1976.

Michael Elliott (1977): Synthetic pyrethroids. ACS symposium series American chemical society, Washington, D.C.

Moriarty, F., (1975). Organochlorine insecticides: persistent organic pollutants, pp 297. ed., Academic press, London, New York, San Francisco.

Muller, P., Basel (1955). DDT insektizide., Insecticides, vol. 1. pp. 290, ed., Birkhauser verlag, Basel and Stuttgart.

Narahasi, T., (1971): Effects of Insecticides, on excitable tissues. In Beament, J.W.L., Treherne., J.E. and Wigglesworth, V.B., Advances in Insect physiology, vol, 8, p. 1-93, Academic press, London and New York, 1971.

Narahashi, T., 1976, Effects of insecticides on excitable tissues, In: Advances in Insect physiology", J.W.L. Beament, J.E. Treherne and V.B. Wigglesworth, eds., vol. 8, pp. 1-93, Academic press, London and New York.

O'Brien, R.D. (1960). Toxic phosphorus esters: chemistry, metabolism and biological effects. pp 415, ed., Academic press, New York and London.

O'Brien, R.D. (1966): Selective toxicity of insecticides. In: Advances in pest control research, vol. IV, pp 75-116, R.L. Metcalf, ed., Interscience publisher Ltd., London.

O'Brien, R.D., 1967, "Insecticides, Action and Metabolism," Academic press, New York.

Oppenoorth, F.J., and Welling, W., 1976, Biochemistry and physiology of resistance, In: Insecticide biochemistry and physiology, C.F. Wilkinson, ed., pp. 507-551, plenum press, New York.

Pal, R. and M.J. Whitten, (1974). The use of genetics in insect control., pp 239, ed., Elseviev North-Holland.

Paul Becher (1973), The emulsifier, In: Pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel dekker, Inc., New York.

Paul Linder (1973), Agricultural formaulations with liquid fertilizers. In: pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel dekker, Inc., New York.

Plapp, F.W., Jr., 1970, On the molecular biology of insecticide resistance, In: Biochemical Toxicology of Insecticides, "R.D. O'Brien and I. Yamamoto, eds., pp. 179-192, Academic press, New York, London.

Plapp, F.W., Jr., 1976, Biochemical genetics of insecticide resistance, Ann. Rev. Ent., 21: 179.

Plimmer, J.R. (1977), Pesticide chemistry in the 20th century, pp 305, ed., American society, Washington, D.C.

Priester, T.M., and Georghiou, G.P., 1980, Cross-resistance spectrum in pyrethroid-resistant culex quinque Fasciatus, Pestic. Sci, 11: 617.

Ripper, W.E. (1957): The stutus of systemic insecticides, in pest control practices. In: advances in pest control research, vol., I., R.L., Metcalf, ed., Interscience publishers, Inc., New York, Interscience publishers Ltd., London.

Robbins, W.W., A.S. crafts and R.N. Raynor (1942). Weed control, p. 489 McGraw-Hill publishing company Ltd., New York, London. Toronto.

Rudd, R.L. (1964). Pesticides and the living landscape, pp 317, United states of America.

Sawicki, R.M., and Lord, K.A., 1970, Some properties of a mechanism delaying penetration of insecticides into house flies, pestic. Sci, 1:213.

Sawicki, R.M., Devonshire, A.L., Rice Moores, G.D., Petzing, S.M. and Cameron, A., 1978, The detections and distribution of organophosphorous and carbamate insecticide-resistant Myzus persicae (sulz.) in Britain in 1976.

Sehnal, F., 1976, Action of Juvenoils on different groups of insects, In: "The Juvenile hormones, L.L. Gilbert, ed., pp 301-322, plenum press, New York.

Sexton, W.A. (1963): Chemical constitution and biological activity, 3rd ed., Van Nostrand, Princeton, N.J., 1963, p. 517.

Shepard, H.H. (1951). The chemistry and action of Insecticides, pp 487, McGraw-Hill book co., Inc., New York, Toronto, London.

Shepard, H.H. (1958). Methods of testing chemicals on insects, vol. I., pp 325, ed., Burgess Publishing company.

Siddall, J.B., 1976, Insect growth regulators and insect control: A critical appraisal, Environ. H Ltd., perspec., 14: 119.

Simmons,W.S. (1959). Human and veterinary medicine, pp 562, ed., Birkhauser verlag and stuttgart.

Smith,E.H. (1978), Pest control strategies,, pp 329, ed., Academic press, New York. San Francisco. London.

Street,J.C. (1975). Pesticide selectivity, pp 185, printed in the united states of America, ed., Copyright 1975 by Marcil Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.

Maddrell, S.H.P., and Reynolds, S.E., 1972, Release of hormone in insects after poisoning with insecticides, Nature (London), 236:404.

Mass., W. (1971). ULV application and formulation techniques, pp 165, ed., N.V. philips-puphar, Crop protection Division; Amstrdam, The Netherland.

Matsumura, F. (1985). Toxicology of insecticides, 2nd edition, pp 589, printed in U.S.A., ed.

Matthews, A.G. (1979). Pesticide application methods, pp 325, printed in great Britain e.d., Butter & Tanner Ltd., Rome and London.

Mcerren, L.F. and G.R. Stephenson. (1979), The use and significance of pesticides in the environment, pp 525, Guelph, ontario, Canada.

Menn, J.J., and Pallos, F.M., 1975, Development of morphogenetic agents in insect control, In: Insecticides of the future", M. Jacobson, ed., pp 71-88 -Marcel Dekker Inc., New York.

Metcalf, R.L. (1955) "Organic Insecticides" Their chemistry and mode of action", Interscience, New York, 1955.

U.S. Government printing office, Washington (1982): Code of Federal regulations, 40, parts 150 to 189, pp 456, published by the office of the Federal Register, National, Archives and Records Service, General Services Adminstration.

Vincent G. Dethier, A.M. (1948). Chemical insect attractants and repellents, pp 271, London ed., H.K. Lewis Co., Ltd.

Wade Van Valkenburg, (1973). pesticide Formulations, pp 473, Marcel Dekker, Inc., New York.

Wade Van Valkenburg (1973), The stability of emulsions. In: pesticide formulations, pp 481, ed. Wade Van Valkenburg., Marcel dekker, Inc. New York.

Wang, T.C. and plapp, F.W., 1978, Genetics of resistance to organophosphate insecticides and DDT in the housefly, presented at national meetings, Entomol. Soc., Amer., Houston, Texas, November, 1978.

Wardle, R.A. and Buckle, P. (1923). The principles of insect control, pp 277. Manchester, At the university press. London, New York, Etc., Longmans, green Co.

Wayne ivie G. and Dorough W.H. (1977), Fate of pesticides, in large animals, pp 267, ed., Academic press, Inc., New York, San Francisco. London.

West, F.T. and campbell, A.G. (1950), DDT and newer persistent insecticides, pp 595, London, Chapman and Hall Ltd.

Wesley E. yates and Norman B. Akesson (1973). Reducing pesticide chemical drift. In., pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel Dekker, Inc., New York.

Who, 1980, Resistance of vectors of disease to pesticides, Fifth Report of the Who Expert committee on vector Biology and Control, WHO Tech., Rept. Ser., No. 655, 82, pp.

Wilkinon, C.F. (1973), Correlation of biological activity with chemical structure and physical properties. In: pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel Dekker Inc., New York.

Williams, C.M., 1967, Third-generation pesticides, Sci., Am., 217:13.

Williams, C.M., 1976, Jurvenile hormone... in retrospect and in prospect., in: the Juvenile hormones," L.I. Gilbert, ed., pp. 1-14, plenum press, New York.

Wood, D.L., R.M. Siverstein and M. Nakajima, (1970). Control of insect behaviour by natural products., pp 331, ed., Academic press, New York. London.

قائمة المصطلحات

A

Abbott' Formula — معادلة أبوت
Abiotic — لاحيوى
Abnormal macro-blood cells
كرات دم كبيرة غير عادية
Abortifacient — مادة مجهضة
Abrasion — سحج ـــ كشط
Abrasive dust — مسحوق كاشط
Abrasiveness — التآكل ـــ الكشط
Absorption — الامتصاص
Absorptive action — الفعل الامتصاصى
Absorptive selectivity — اختيارية الامتصاص
Acaricidal action — الفعل الإبادى ضد الأكاروسات
Acaricide — مبيد أكاروسى
Acceptable daily intake (ADI)
الحد اليومى المسموح بتناوله
Accident — حادثة
Accidental residue — المخلفات العرضية
Accumulation — تراكم .
Acentric Fragment — حطام لا مركزى
Acetylation — عملية الأستلة
Acetyl choline (Ach) — مادة الأستيل كولين
Acetyl choline esterase (AchE)
إنزيم الأستيل كولين إستريز
Acidity — الحموضة
Acidophile — محب للحموضة
Acontase — إنزيم الأكونتيز
Acquired immunity — المناعة المكتسبة
Acting point — نقطة التأثير
Acting site — موضع التأثير
Action potential — الجهد الموجب (جهد عمل)
Activation — تنشيط
Active ingredient (a-i.) — مادة فعالة عالية النقاوة
Active inhibitor — مثبط نشط
Actual pesticide residue
المتبقى الفعلى من مخلفات المبيد
Actual resistance — المقاومة الحقيقية
Acute dermal LD_{50}
الجرعة القاتلة النصفية عن طريق الجلد
Acute dermal toxicity — السمية الحادة الجلدية
Acute ingestion — التسمم الحاد عن طريق الفم
Acute inhalation toxicity
السمية الحادة عن طريق الاشتقاق
Acute intoxication — التسمم الحاد
Acute LC_{50} — التركيز الحاد القاتل لنصف التعداد
Acute necrosis — الضرر الموضعى الحاد
Acute oral LD_{50}
الجرعة القاتلة النصفية الحادة عن طريق الفم
Acute oral toxicity — السمية الحادة الفمية
Acute poisoning — التسمم الحاد
Acute toxicity — السمية الحادة
Adaptation — تكيف ـــ أقلمة
Additive — إضافى
Additive action — فعل إضافى
Additive effect — تأثير إضافى
Adjustment of planting date — تنظيم ميعاد الزراعة
Adhesive agent — مادة لاصقة
adhesion — الالتصاق
Adjuvant — مادة إضافية
Administration — معاملة
Adrenergic system — نظام أدرينالينى
Adsorbate — مادة مدمصة
Adsorption — ادمصاص
Adult stage — الطور الكامل

Anionic group	المجموعة الأنيونية
Anionic site	الموقع الأنيونى
Anorexia	فقد الشهية
Anoxia	نقص الأكسجين
Antagonism	تضاد
Antagonistic action	الفعل التثبيطى (التضادى)
Antibiosis	المقاومة الإيجابية للنبات ـــ التضاد
Antibiotic	مضاد حيوى
Antibody	جسم مضاد
Anti - caking agent	مادة مانعة للتعجن
Anti - cholin esterase	مضاد الكولين إستريز
Anti- convulsive action	الفعل المضاد للتشنج
Antidote	ترياق ـــ مضاد التسمم
Anti- drift agent	مادة مانعة للانتشار
Anti- dusting agent	مادة مانعة لإثارة مساحيق التعفير
Antifeedant	مادة مانعة للتغذية
Anti hormone	مضاد الهرمون
Anti- juvenile hormone	مضاد هرمون الشباب
Anti- foaming agent	مادة مانعة للرغاوى
(Anti-JHs)	
Anti metabolite	مادة مضادة للتمثيل
Anti microbial agent	مادة مضادة للميكروبات
Antipheromome	مضاد الفورمون
Anti- resistance	مضاد للمقاومة
Anti thyroid	مضاد للغدة الدرقية
Anti trypsin	مضاد للتربسين
Appetite anorexient	فاقد للشهية
Applicable concentration	التركيز المستخدم
Applicable insect pest	الحشرة المستهدفة
Application	التطبيق
Application dosage	الجرعة المستخدمة
Application rate	معدل الاستعمال
Application speed	سرعة التطبيق
Application time	وقت التطبيق
Applied control	المكافحة التطبيقية
Aquatic herbicide	مبيد لمكافحة الحشائش المائية
Aqueous concentrate	مركز مائى
Adulticide	مبيد ضد الطور الكامل
Aerial application	التطبيق الجوى
Aerial spraying	الرش الجوى
Aerosol	أيروسول
Aggregation pheromone	فورمون التجمع
Agricultural Chemicals	الكيميائيات الزراعية
Agricultural control	المكافحة الزراعية
Airless spray	الرش اللاهوائى
Air pollution	تلوث الهواء
Alarm pheromone	فورمون تحذير
Aldrin epoxidase	إنزيم هادم للألدرين
Algoecide	مبيد ضد الطحالب
Aliesterase	إنزيم الأستراز الأليفاتى
Alkali Flame thermionic detector (AFTD)	كشاف الأيونات الحرارى ذو اللهب القلوى
Alkaline phosphatase	إنزيم الفوسفاتيز القلوى
Alkalinity	القلوية
Alkaloid	مادة شبيهة بالقلوى
Alkalosis	التحلل القلوى
Alkylating agent	مادة مؤلكلة
Alkylation	الألكلة
Allomone	رسالة كيميائية تفيد الكائن الحى المصدر
All - or - none law	قانون الكل ، أو لا شيء
Alpha glycerophosphate dehydroase	إنزيم ألفا جليسرو فوسفات ديهيدروجنيز .
Ammonification	إنتاج النشادر
Amount of residue	كمية المخلفات
Analogue	متشابه ـــ نظير ـــ مشتق
Anatomy	علم التشريح ـــ تشريح
Anatoxin	غير سام
Anemia	فقر الدم
Anesthesia	فقدان الحس
Anesthetization	التخدير
Angle of contact	زاوية التماس
Angstrom (A°)	أنجستروم (واحد على عشرة آلاف من الميكرون)

Aqueous solution محلول مائى
Aromatic content المحتوى العطرى
Aromatic esterase إنزيم الإستراز العطرى
Aromaticring حلقة عطرية
Arsenic tolerance احتمال الزرنيخ
Artificial diet غذاء صناعى
Aspermia توقف إنتاج الحيوانات المنوية
Assay of residue تقدير المخلفات
Association neuron خلية عصبية مساعدة
Asthma داء الربو
Ataxia الهزع ــ التخلج
Ataxia period فترة الهزع ، أو التخلج
Atomization التذرية ــ التجزىء
ATP مصدر الطاقة (أدينوسين تراى فوسفات)
ATP-ase الإنزيم المحلل للأدينوسين تراى فوسفات
Attractant مادة جاذبة
Attracting action الفعل الجاذب
Attraction الانجذاب
Attractiveness جاذبية
Augmentation الزيادة ــ الوفرة
Autocidal control المكافحة الذاتية
Autointoxication تسمم ذاتى
Automatism الحركة الذاتية
Autonomic nervous system الجهاز العصبى الذاتى
Auxillary substance مادة مساعدة (إضافية)
Avian testing اختبارات السمية ضد الطيور
Avicide مبيد ضد الطيور
Avoidance التجنب أو الإرجاع
Avoid the Food تجنب الطعام
Axon محور عصبى
Axonal degeneration تحلل المحاور العصبية
Axonic transmission نقل محورى

B

Background residue المخلفات القديمة
Bacteria بكتيريا
Bacteriolysin محلل البكتيريا
Bacteriolysis حل البكتيريا
Bacteriophage ملتهم البكتريا
Bacteriostatic action كبح نمو البكتريا دون قتلها
Bait طعم
Baiting method طريقة استخدام الطعوم
Band treatment المعاملة الحزامية (النطاقية)
Bark application معاملة القلف
Barrier حاجز ــ عائق
Basicity القلوية (القاعدية)
Behavioural control المكافحة السلوكية
Behavioural resistance المقاومة السلوكية
Behaviouristic avoidance التجنب السلوكى
Behaviour of pesticide سلوك مبيد الآفات
Behaviour pattern أسلوب السلوك
Beneficial living organism كائن حى نافع
Benefit virsus risk المنفعة فى مقابل الخطر
Bifunctional ثنائى التأثير
Binary mixture مخلوط زوجى
Binding site مكان الارتباط
Bioactive compound مركب ذو نشاط حيوى
Bioassay التقييم الحيوى
Biochemical defense system نظام دفاعى حيوى كيميائى
Biochemical examination الفحص الحيوى الكيميائى
Biochemical lesion الضرر الحيوى الكيميائى
Biochemical mechanism نظام أو فعل حيوى كيميائى
Biochemical oxygen demand (BOD) الأكسجين الحيوى المطلوب
Biochemical test اختبار حيوى كيميائى
Biocide مبيد حيوى
Biodegradable chemical المركب الكيميائى القابل للانهيار الحيوى
Biodegradable DDT mimics مشابهات الـ د.د.ت القابلة للانهيار الحيوى

Biodegradation	الانهيار الحيوى
Biodetoxi fication	التحلل الحيوى للمادة السامة
Biological activity	النشاط الحيوى
Biological assay method	طريقة التقييم الحيوى
Biological breakdown	الهدم الحيوى
Biological concentration	التركيز الحيوى
Biological Control	المكافحة الحيوية
Biological control agent	وسيلة المكافحة الحيوية
Biological magnification	تضخم حيوى
Biological measurement	مقياس حيوى
Biological oxidation	الأكسدة الحيوية
Biological receptor	مستقبل حيوى
Biological treatment	المعاملة الحيوية
Biomagnification	تضخم حيوى
Biosynthesis	التخليق الحيوى
Biotic	حيوى
Biotic Factor	عامل حيوى
Biotic pesticide	المبيد الحيوى
Biotic potential	الاقتدار الحيوى
Biotrans Formation	تحول حيوى
Biotype	الطراز الإحيائى
Birth rate	معدل الولادة
Bitıng	القرض
Blonching operation	عملية التبييض
Blastogenesis	تكوين البلاستودرم
Bleaching agent	مادة تبييض
Blindness	العمى
Blood level	مستوى الدم
Blood volume	حجم الدم
Boiling point	نقطة الغليان
Bonus effect	تأثير المكافأة
Botanical insecticide	مبيد من أصل نباتى
Brain	المخ
Brain hormone	هرمون المخ
Breakage- fusion- bridge cycle	دورة عبور الكسر والالتحام الكروموسومى
Breakdown	التحطم
Broad casting treatment	المعاملة بالنثر
Broad spectrum	مدى واسع
Bulk density	الكثافة الظاهرية
Bursicon	هرمون دبغ الجليد
By- product	منتج ثانوى
Bẏ- product recovey	استرجاع المنتج الثانوى

C

Caking	التعجن
Calibration curve	منحنى المعايرة
Calibration time	وقت المعايرة
Cancer	السرطان
Capsulated Formulation	مستحضر الكبسولة
Carbamate detoxifying enzyme	الإنزيم الهادم للكاربامات
Carbamate insecticide	مبيد كارباماتى
Carbamic esterase	إنزيم هادم للكاربامات
Carbamylation	كربمة
Carboxy esterase	إنزيم الكربوكسى إستراز
Carcinogen activity	النشاط السرطانى
Carcinogen agent	مادة محدثة للسرطان
Carcinogenicity	محدث للسرطان ــ السرطنة
Carnivores	آكلات اللحوم
Carrier	مادة حاملة
Cataract	إعتام عدسة العين
Catastrophic	الزيادة الرهيبة فى التعداد ــ الانفجار
Cathartic	مادة مسهلة
Cationic	الجزء الكاتيونى
Caution	احتراس
Cement layer	طبقة سمنتية
Central convulsions	تشنجات مركزية
Central nervous system	الجهاز العصبى المركزى
Check	مقارنة
Chemical compatibilty	القابلية للخلط الكيميائى
Chemical control	المكافحة الكيميائية

Chemical decompositon تحلل كيميائى
Chemical injury الضرر الكيميائى
Chemical name الاسم الكيميائى
Chemical receptor interaction
التداخل بين التركيب الكيميائى والمستقبل
Chemical transformation تحول كيميائى
Chemical transmission نقل كيميائى
Chemical transmitter ناقلة كيميائية
Chemoreceptor مستقبل كيميائى
Chemosterilant معقم كيميائى
Chemo therapeutic index دليل العلاج الكيميائى
Chitin adsorbable قدرة الكيتين على ادمصاص المبيد
Chitinase إنزيم الكيتنيز
Chitinous skelton الهيكل الكيتينى
Chitin synthesis inhibtor مثبط تخليق الكيتين
Chlorinated hydrocarbons أيدروكربونات كلورينية
Choice test اختبار الاختيار
Cholinergic system نظام كولينى
Cholinesterase إنزيم الكولين إستريز
Cholinesterase restoration
استعادة إنزيم الكلوين إستريز
Chlorinolysis التحلل الكلورينى
Chorion الكوريون (غلاف الجنين)
Chromatolysis تحلل الكروماتيد
Chromosomal aberration شذوذ كروموسومى
Chronic intoxication تسمم مزمن
Chronic low level exposure الحد الأدنى للتعريض المزمن
Chronic poisoning التسمم المزمن
Chronic toxicity السمية المزمنة
Cirrhosis تليف الكبد
Cleaning agent مادة منظفة
Clean-up التنظيف ــ التخلص من الشوائب
Cleavage of amide أنقسام الأميد
Cleidoic نظام مقفل
Co-adaption التأقلم المشترك
Coarse dust مسحوق تعفير خشن

Coefficient of selectivity معامل الاختيارية
Cohesive force قوة الالتصاق
Collective control المكافحة المتجمعة
Colormetric معايرة لونية
Column chromatography
أعمدة الفصل الكروماتوجراف
Coma غيبوبة
Combination الخلط
Common name الإسم العلمى
Commercial formluation المستحضر التجارى
Combiend application التطبيق المشترك
Community مجتمع
Compatibility القابلية للخلط ــ التوافق
Compensatory growth النمو التعويضى
Complete blood count حصر كرات الدم
Complete daminance سيادة كاملة
Components of sterility عناصر العقم
Compost سماد بلدى
Computed mortality الموت المقدر حسابيًا
Concentrate application استخدام المركزات
Concentration تركيز
Conditional acceptable daily intake
الحد اليومى المشروط المسموح بتناوله
Conduction التوصيل
Conduction blockage وقف التوصيل
Conductometric طريقة القياس بالتوصيل الكهربى
Confidence limits حدود الثقة
Congestion احتقان
Conglutination الالتصاق
Conjugation الاقتران ــ الارتباط
Conservation حفظ
Consolidation الاندماج
Consumption استهلاك
Contact angle زاوية التماس
Contact inhibition تثبيط موضعى
Contact insecticide مبيد حشرى ملامس

Contamination التلوث
Contraction انقباض
Control مكافحة
Control agent طريقة المكافحة
Control effect تأثير المكافحة
Conventional aerial spraying الرش الجوى التقليدى
Conventional ground spraying الرش الأرضى التقليدى
Canventional spraying الرش التقليدى
Convulsions ارتجافات (تشنج)
Cooperative control المكافحة التعاونية
Copulation التلقيح ـــ الجماع
Corpus allatum جسم كروى
Corpus cardiacum جسم قلبى
Corpus luteum الجسم الأصفر
Corrected mortality الموت المصحح
Co- solvent المذيب المرافق ، أو المساعد
Cotoxicity coefficient معامل السمية المشتركة
Cotoxicity factor عامل السمية المشتركة
Cough سعال
Coulomb forces قوى كولمب
Covalent bond رابطة اشتراكية
Coverage تغطية
Critical dose الجرعة الحرجة
Critical level المستوى الحرج
Critical period الفترة الحرجة
Critical site موقع حرج
Crop persistent pesticide مبيد ذو ثبات عامل على المحاصيل
Crop residues مخلفات المحاصيل
Cropping system نظام الزراعة
Crop space application معاملة تبين النباتات
Crop rotation دورة زراعية
Cross- resistance المقاومة المشتركة
Cross- sensitivity الحساسية المشتركة
Crustacea القشريات
Crystallization التبلور
Cultural Control المكافحة الزراعية
Cumulative Frequency curve المنحنى التكرارى المتجمع
Cup technique المعاملة بالفنجان
Curative effect التأثير العلاجى
Cutaneous absorption امتصاص الكيوتيكل
Cuticular residues متخلفات المبيد فى الكيوتيكل
Cuticle الجليد
Cuticulin كيوتكيولين
Cyclization التكوين الحلقى
Cynosis زرقة البشرة نتيجة نقص الأكسجين فى الدم
Cylinder- plate method طريقة الطبق الأسطوانى

D

Daily Food consumption الاستهلاك اليومى للطعام
DDT- dehydrochlorinase الإنزيم الهادم للـ (د.د.ت)
DDT- detoxifying enzyme الإنزيم الهادم للـ (د.د.ت)
DDT- jitters ارتجافات نتيجة المعاملة بالـ (د.د.ت)
Deactivation تثبيط
Deactivator مثبط
Deamination فقد الأمين
Death وفاة
Death rate معدل الوفاة

Dechlorination فقد الكلور
Decomposition التحلل
Decomposition product ناتج التحلل
Defoliant مسقط للأوراق
Defoliator مادة متخصصة لإسقاط الأوراق
Deformation تشوه
Deformity مشوة
Degeneration تحلل
Degradation انهيار
Degradation and persistence curve منحنى الانهيار ، والثبات
Degradation product ناتج الانهيار
Degradative pathway مسار الانهيار
Degree of adhesion درجة الالتصاق
Degree of synergism درجة التنشيط
Dehalogenation فقد الهالوجين
Dehydrochlorination فقد الكلور
Dehydrohalogenation فقد هاليد الأيدروجين
Dehydrogenase catacase إنزيم ديهيدروجنيز كاتاليز
Delayed action الفعل المتأخر
Delayed neurotoxic effect (DNTE) التأثير السمى العصبى المتأخر
Delayed paralysis الشلل المتأخر
Delayed toxicity السمية المتأخرة
Delinting التخلص من الزغب
Demyelination تحلل أغلفة الميلين
Dendrite تفرع شجيرى
Deodorizer مادة مزيلة للرائحة
Dependent joint action التأثير المتشابه للفعل المشترك
Depolarization عدم الاستقطاب
Deposit الراسب — المادة المتخلفة
Deposit distribution توزيع الراسب
Deposit efficiency كفاءة الاستقرار للرواسب
Deposition الاستقرار — الترسيب
Deposit ratio معدل الترسيب
Deposit spectrum توزيع الراسب
Depression تدهور — هبوط
Derivative مشتق — مادة ثانوية
Dermal absorption الامتصاص خلال الجلد
Dermal gland غدة جليدية
Dermal irritation تهيج الجلد
Dermal toxicity السمية الجلدية
Desensitization ضعف الحساسية
Desethylating factor عامل فقد الإيثيل
Desiccant مادة مجففة
Desiccation جفاف
Desorption الانفراد
Desulfuration فقد الكبريت
Detectable limit الحد الممكن الكشف عنه
Detector كاشف
Detergent مادة مساعدة
Determination تقدير
Deterrent مانع للتغذية
Detoxication فقد السمية
Detoxication mechanism نظام إبطال مفعول السم
Detoxication method طريقة إزالة التسمم
Detoxication organ عضو مسئول عن إزالة التسمم
Detoxication therapy علاج لإزالة التسمم
Development of resistance نمو وتطور المقاومة
Diagnostic dose الجرعة التشخيصية
Diapause سكون
Diarrhoea الإسهال
Dicentric chromosome كروموسوم ثنائى المركز
Diffusion coefficient معامل الانتشار
Digestive sedative مسكن هضمى
Diluent مادة مخففة
Dilution تخفيف
Dilution ratio معدل التخفيف
Dipping الغمر ، أو النقع
Direct assay التقييم المباشر
Direction for safe use of pesticide تعليمات للاستخدام الآمن لمبيد الآفات
Direction for use تعليمات للاستخدام
Direct treatment معاملة مباشرة

Disappearance curve	منحنى الاختفاء
Discriminating dose	الجرعة المميزة
Dispersal	تشتت ـــ تفرق
Dispersal pheromone	فورمون الانتشار
Dispersable granule	مادة محببة قابلة للانتشار والتفرق
Dispersing agent	مادة مفرقة
Dispersion	التشتت
Disposal	التخلص من المخلفات
Dissociation constant	ثابت التشتت ، أو التفكك
Dissociation factor	عامل التشتت ، أو التفكك
Distillation range	مدى التقطير
Distribution	توزيع
Distribution theory	نظرية التوزيع
Dizziness	دوار ـــ (دوخه)
Dominant	سائد
Dominant lethal assay	تقييم حيوى لسيادة الموت
Dominant lethal mutation	الطفرة المميتة السائدة
Donator	مانح
Donnan eequilibrium	اتزان دونان
Dormant spray	الرش أثناء توقف النشاط
Dosage	الجرعة
Dosage- mortality curve	منحنى الموت مع الجرعة
Dosage- response curve	منحنى الاستجابة مع الجرعة
Dose	الجرعة
Dose, maximum tolerated	أقصى جرعة يمكن تحملها
Dose, median lethal	الجرعة المميتة النصفية
Dose, minimum effective	أقل جرعة مؤثرة
Dose response	الجرعة المؤثرة
Dosis curative	الجرعة العلاجية
Dosis toxica	الجرعة السامة
Drained application	معاملة المصارف
Dressing	تغطية التقاوى
Drift	الانتشار بالرياح
Drift hazard	خطر الانتشار بالرياح
Driftless dust	مسحوق قليل الانتشار
Drift turbulance	دوامة انتشارية
Dripping	تساقط المبيد
Driveling	سيولة اللعاب
Droplet size	حجم القطرة
Dropping	تساقط
Dry formulation	مستحضر جاف
Dry lubricants	شحوم جافة
Duct of dermal gland	قناة الغدة الجليدية
Durable resistance	المقاومة الزمنية
Duration of sterility	فترة التعقيم
Dust	مسحوق تعفير
Dustability	القابلية للتعفير
Dust base or concentrate	مسحوق أساسى ، أو مركز
Dust coating	التغطية بمسحوق التعفير
Dust diluent	مسحوق مخفف
Dust formulation	مستحضر التعفير
Dusting	عملية التعفير
Dye spray card (For ULV)	كارت استقبال القطرات الملونة المتناهية الصغر
Dyspepsia	سوء الهضم
Dysphagia	عسر البلع
Dyspnea	عسر التنفس

E

Early death	الموت المبكر
Early effect	التأثير المبكر
Early seeding	البذر المبكر
Ecdysone	هرمون الانسلاخ
Eclosion	فقس ـــ خروج
Ecological selectivity	الاختيارية البيئية
Ecological system	النظام البيئى
Ecology	علم البيئة
Economic control	المكافحة الاقتصادية
Economic injury level (EIL)	مستوى الضرر الاقتصادى

Economic threshild level (ETL)
الحد الحرج الاقتصادى
Ecosystem النظام البيئى
Ectoparasitism تطفل خارجى
Eczema الإكزيما (مرض جلدى)
Edema الاستقساء
Effective swath width عرض المجر الفعال
Efficacy الكفاءة
Efficacy testing اختبار كفاءة المبيد
Efficiency of food utilization
كفاءة الاستفادة من الغذاء
Egg-mass . كتلة البيض ــ لطعة
Egg stage طور البيضة
Electric charge شحنة كهربائية
Electric potential الجهد الكهربى
Electric transmission نقل كهربائى
Electro- cardiogram (ECG)
صورة كهربية لعمل القلب
Electro- encephalogram (EEG)
صورة كهربية للمخ
Electron affinity القابلية للإلكترونات
Electron capture detctor (ECD)
الكاشف الصائد للإلكترونات
Electronegativity الكهربية السالبة
Electron transport system نظام نقل الإلكترونات
Electrophile محب للإلكترون
Electrophoresis الهجرة الكهربية
Elimination تخلص ــ إزالة
Elimination organ
عضو مسئول عن التخلص من المبيد
Elution إزاحة ــ تحريك
Embryogenesis التكوين الجنينى
Emergency control مكافحة طارئة ، أو ضرورية
Emulisibility القابلية للاستحلاب
Emulsifiable concentrate (EC)
مركز قابل للاستحلاب
Emulisification استحلاب
Emulsifier مادة مستحلبة

Emulsifying agent مادة تساعد على الاستحلاب
Emulsion مستحلب
Endemic disease مرض متوطن
Endochorion كوريون خارجى
Endocrine gland غدة صماء
Endocrine system جهاز الغدد الصماء
Endocuticle طبقة الجليد الداخلى
Endogenous داخلى المنشأ
Endolytic يتحلل داخليًا
Endometatoxic مبيد جهازى تقليدى
Endoparasitism تطفل داخلى
Endoplasmic reticulum الشبكة الإندوبلازمية
Endothermic داخلية الحرارة
Endotoxin سم داخلى المنشأ
Enterocolitis التهاب المعى ، أو القولون
Entire experimental period
فترة التجربة الكاملة
Environmental chemistry كيمياء المركب فى البيئة
Environmental contamination التلوث البيئى
Environmental hazard الضرر البيئى
Environmental poisoning التسمم البيئى
Enuironmental pollution التلوث البيئى
Environmental protection agency (EPA)
وكالة حماية البيئة
Enviromentaly acceptable chemical
مادة كيميائية مقبولة بيئيًا
Enzyme إنزيم
Enzyme system نظام إنزيمى
Epicuticle طبقة فوق الجليد
Epidemiology علم الأوبئة
Epoxidation تكوين الإيبوكسيد
Equal competitiveness منافسة تزاوجية متساوية
Equilibrium position (EP) وضع الاتزان
Equitoxic doses الجرعات ذات السمية المتساوية
Esterase إنزيم تحلل الإسترات (إستريز)
Esteratic site الموقع الإستراتى
Estimated dose الجرعة المستنتجة
Evaporation تبخر

Excitation الهياج
Excitation period فترة الهياج
Excretion الإخراج
Exochorion كوريون خارجى
Exocuticle طبقة الجليد الخارجى
Exotoxin سم خارجى
Experimental error الخطأ التجريبى
External barrier حاجز خارجى
Extraction الاستخلاص
Extrapolation استكمال
Extra surface residue مادة متخلفة سطحية
Extremely poisonous substance
مادة شديدة السمية
Exothermic خارجية الحرارة
Exotoxin سم خارجى المنشأ
Extrinsic factor عامل خارجى
Exuviation الانسلاخ

F

Falling phase of action potential
مظهر الانخفاض للجهد الموجب
Fatal dose الجرعة المميتة
Fate of pesticide مصير مبيد الآفات
Fatigue إجهاد ـــ تعب
Fauna مجموعة الكائنات الحية
Fecundity الكفاءة التناسلية
Feeding التغذية
Feeding deterrent مانع للتغذية
Feeding stimulant منبه للتغذية
Female أنثى
Female chemosterilant معقم كيميائى للأنثى
Fertility خصوبة ، أو حيوية
Fertilization إخصاب ـــ تسميد
Fibrosis التليف
Fibrolysis تحلل الألياف
Fiducial limits حدود الثقة
Field test اختبار حقلى
Field trial تجربة حقلية
Final body weight وزن الجسم النهائى
Final printed labelling
التعليمات التى توضع على عبوة المبيد
Fine granule مادة محببة ناعمة
Fineness النعومة
First aid إسعافات أولية
Fish toxicity السمية على السمك
Flaccid paralysis شلل ارتخائى
Flame ionization detector (FID)
كاشف الإشعال الأيونى
Flame photometric detector (FPD)
كاشف الإشعال الضوئى
Flame thermionic detector (FTD)
كاشف الإشعال الأيون حرارى
Flash point نقطة الوميض
Fly toxin توكسين فعال ضد الذباب
Flowability القابلية للانسياب مع الماء
Flowable قابل للانسياب مع الماء
Flow rate معدل الانسياب
Foamability القابلية لتكوين الرغاوى
Foamy رغوى
Focal necrosis التعفن البؤرى
Fog ضباب
Fogging ضبابى
Fold of resistance قوة المقاومة
Foliage application المعاملة على المجموع الخضرى
Foliar application المعاملة على الأوراق
Follicular cell خلية موصلية
Food and Agriculture Organization (FAO)
منظمة الأغذية والزراعة
Food and Drug Administration (FDA)
إدارة الأغذية والأدوية
Food attractant جاذب للتغذية
Food chain السلسلة الغذائية
Food consumption استهلاك الغذاء

Food deprivation الحرمان الغذائى
Food efficiency كفاءة التغذية
Food factor عامل الغذاء
Food Hyglene Law القانون الصحى الخاص بالطعام
Food intake الغذاء المتناول
Food lure فورمون تجمع للتغذية
Food Sanitatior Law القانون الصحى الغذائى
Food utilization الاستفادة من الغذاء
Formative action الفعل التوليدى (التشكيلى)
Formulation مستحضر المبيد
Formulation versus analysis residue
ربط طريقة تحليل المستحضرات بتقدير المخلفات
Fortified sample عينة مقواة
Fraction كسر — جزء
Freezing التجمد
Frequency of use تكرار الاستعمال
Fumigant مادة تدخين
Fumigant action فعل مدخن
Fumigation عملية التدخين
Fungicidal action الفعل ضد الفطريات
Fungicidal activity النشاط ضد الفطريات
Fungicide مبيد فطر
Fungus فطر
Fungistatic action
إيقاف مؤقت للنمو الخضرى للفطر
Furrow application معاملة الجور

G

Ganglia عقدة
Ganglion عقدة عصبية
Gangrene الغنغرينا (الموات)
Gas Chromatography الفصل الغازى
Gastric irrigation الغسيل المعدى
Gastric lavage غسيل معدى
Gastritis التهاب معدى
Gastro- intestinal irritation تهيج معد معوى

General action الفعل العام
General behaviour السلوك العام
General symptom العرض العام
General viger النشاط العام
Generation جيل
Generation test اختبار الجيل
Generator potential الجهد المتجدد
Genotype التركيب الجينى
Geometrical isomerism التشابه الهندسى
Gestation الحمل
Gestation period فترة الحمل
Giant pupa عذراء عملاقة
Giddiness الدوار
Global ecosystem النظام البيئى الشامل
Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT)
إنزيم الجلوتاميك أوكسالو أسيتيك ترانس أمينيز
Glutamic pyruvic transaminase (GPT)
إنزيم الجلوتاميك بيروفيك ترانس أمينيز
Glutathione- s- transferase (GSH)
إنزيم ناقل للجلوتاثيوم
GlutatHione-s- transferase (GSH)

Glycolysis التحلل الجليكولى
Gonad منسل (غدة تناسلية)
Gonadotrophic hormone
هرمون منبه للغدة التناسلية
Gontal cell خلية جرثومية
Gonotrophic cycle دورة نمو الخلايا التناسلية
Gossypol الجوسيبول (من مكونات النبات الثانوية)
Granular carrier مادة حاملة محببة
Granulating by coating يحبب بالتغليف
Granulating by wetting يحبب بالبلل
Granulation التحبب
Granule مادة محببة
Gross examination فحص شامل
Gross observation ملاحظة شاملة
Gross sign دلائل التغير المورفولوجى
Ground application التطبيق الأرضى
Growth curve منحنى النمو

Growth inhibitor	مثبط للنمو
Growth retardant	مؤخر للنمو
Guarantee limit	حد الضمان
Guidline	دليل
Guinea - big	خنزير غينيا
Gummosis	الإفراز الصمغى
Gustatory repellent	طارد للتذوق
Gustatory sense organ	عضو حسى خاص بالتذوق

H

Habitat	المسكن الدقيق
Habituation	تعويد ــ ترويض
Haemolysis	تحلل كرات الدم
Hair sensilla	شعيرة حسية
Half - life interval	نصف فترة الحياة
Half - value period	نصف فترة القيمة
Hand picking	النقاوة اليدوية
Hardness	الصلابة
Hardening	الصلابة
Hard pesticide	مبيد ذو ثبات نسبى طويل فى البيئة
Harvest residue	مادة متخلفة عند جمع المحصول
Hatchability	القدرة على الفقس
Hatching	عملية الفقس
Hazard	خطر ــ ضرر
Headache	صداع
Healing	التئام ــ اندمال
Heat processing	عملية التسخين
Heavy metal	معدن ثقيل
Hematocrit value	قيمة الهيماتوكريت
Hematology	علم دراسة الدم
Hematoma	ورم دموى
Hematoxin	توكسين دموى
Hemoglobin	هيموجلوبين ــ خضاب الدم
Hemolysin	مادة تسبب انحلال الدم
Hemolysis	انحلال الدم (زوال الخضاب)
Hemorrhage	نزيف دموى
Hepatotoxicity	تسمم الكبد
Herbicidal action	الفعل ضد الحشائش
Herbicidal activity	النشاط ضد الحشائش
Herbicide	مبيد حشائش
Heterogenous	تباين أو عدم تجانس
Heteroxonous	تطفل مختلط
Heterozygous	جينات غير متماثلة
Hexafunctional	سداسى التأثير
Highest dosage level	أعلى مستوى للجرعة
Higly resistant	عالى المقاومة
High volume application	التطبيق بالحجم الكبير
High volume sprayimg	الرش بالحجم الكبير
Hoeing	عزق الأرض
Home preparation	التجهيز المنزلى
Homogenous	تماثل أو تجانس
Homozygous	جنيات متماثلة
Histopathology	علم أمراض الأنسجة
Hole treament	معاملة الحفر الموضعية
Hormone	هرمون
Horizontal resistance	المقاومة الأفقية
Host	عائل
Host plant	عائل نباتى
Host preference	أفضلية العائل
Humic colloid fraction	المحتوى الغروى الدبالى
Hydration	هدرجة
Hydrolase	إنزيم محلل للماء
Hydrolysate	منحل بالماء
Hydrolysis	التحلل المائى
Hydrolysis constant	ثابت التحلل المائى
Hydrolytic biotransformation	تحلل حيوى مائى
Hydrolytic cleavage	انقسام ناتج عن الانحلال المائى
Hydrophile - lipo hil balance (Hlb)	التوزان المائى الدهنى
Hydrophilic property	صفات حب الماء
Hydrophobic property	صفات كره الماء
Hydroxylation	الهيدروكسلة

Hyperactivity فرط النشاط
Hyper competitiveness منافسة زواجية فائقة
Hyperemia احتقان الدم
Hyperergy فرط الحساسية
Hyperexcitability فرط الهياج
Hyperirritability فرط التهيج
Hyperparasitism فرط التطفل
Hypersensitivity فرط للحساسية
Hyper tension فرط التوتر
Hyper trophy فرط النمو
Hypo chromic anemia فقر الدم
Hypocompetitiveness منافسة تزاوجية محدودة
Hyhpo tension انخفاض ضغط الدم
Hysteria اضطرابات عصبية (الهستريا)

I

Identification تعريف
Idiocrasis انفعال ذاتى
Idiosyncrasy استعداد ذاتى
Imaginal disk قرص البلوغ
Immediate action الفعل الفورى
Immersion الغمر
Immunity مناعة
Impermeability انخفاض مستوى النفاذية
Impregnation تغليف المواد الحاملة بمحلول المبيد
Impurity شوائب
Inability to mate عدم القدرة على التزاوج
Inactivation تعطيل النشاط
Incidence حدوث
Incosequential intake عدم التناول المتابع
Incoordination اختلال التوافق
Incorporation اندماج - انضمام
Incremental spraying الرش المضطرد فى الزيادة
Independent joint action التأثير المستقل للفعل المشترك

Indication on label تعليمات على البطاقة
Indirect assay التقييم غير المباشر
Inducibility قدرة على الحفز
Induction مغز - استدلال
Inert خامل
Inert ingredient مادة خاملة
Infection عدوى
Infecundity انخفاض الكفاءة التناسلية
Infestation إصابة
Inflammability قابل للالتهاب
Ingestion ابتلاع
Inhalation استنشاق
Inhalation LC_{50} التركيز القاتل لنصف حيوانات التجارب عن طريق الاستنشاق
Inhalation toxicity السمية عن طريق الاستنشاق
Inherited immunity المناعة الوراثية
Inhibition تثبيط
Inhibition of behaviour تثبيط السلوك
Inhibitory dose الجرعة المثبطة
Inhibitory effect التأثير التثبيطى
Initial deposit الراسب الأولى (الابتدائى)
Injection الحقن
Injection rate معدل الحقن
Inoculation تطعيم
Inorganic pesticide مبيد غير عضوى
Insect حشرة
Insect development inhibitor (IDI) مثبط التطور الحشرى
Insect growth inhibitor (IGI) مثبط النمو الحشرى
Insect growth regulator (IGR) منظم النمو الحشرى
Insecticidal action الفعل الإبادى ضد الحشرات
Insecticidal activity النشاط الإبادى ضد الحشرات
Insecticidal effect التأثير الإبادى ضد الحشرات
Insecticide مبيد حشرى
Insecticide combinations مخاليط المبيدات الحشرية
Insecticide mixtures مخاليط المبيدات الحشرية
Insecticide rotation دورة تتابع المبيدات الحشرية

IARC	الوكالة الدولية لبحوث السرطان
Insect pest control	مكافحة آفة حشرية
Insensitive mechanism (IM)	نظام غير حساس
Insignificant difference	فرق غير معنوى
Insignificant intake	تناول غير مؤثر
In situ	فى موضعه
Insitutional constraint	تنظيم تشريعى
Insomnia	الأرق
Instar	الفترة بين كل انسلاخين
Integrated control	مكافحة متكاملة
Integrated pest control	المكافحة المتكاملة للآفات
Integrated pest management (IPM)	التحكم المتكامل للآفات
Integration	تكامل
Inter-genera selectivity	اختيارية بين الأجناس
Interpolation method	طريقة الاستيفاء
Intermediate metabolite	ناتج تمثيل وسيط
Intermediate resistance	مقاومة وسطية
Intermittent muscle spas	تقلص عضلى متقطع
Internal residue	مخلفات داخلية
Internal symptom	أعراض داخلية
International plant quarantine	حجر زراعى دولى
Intcr-segmental membrane	غشاء بين عقلى
Intoxication	انسمام
Intramuscular injection	حقن فى العضل
Intraperitoneal injection	حقن فى البريتون
Intravenous injection	حقن فى الوريد
Intrinsic factor	عامل داخلى (ذاتى)
Intrinsic selectivity	الاختيارية الداخلية أو الذاتية
Intrinsic toxicity	السمية الداخلية أو الذاتية
Inundation	فيضان — غمر
Inversion	انقلاب
Invertebrate	لافقارى
Invert emulsifiable concentrate	مركز قابل للاستقلاب مقلوب
In vitro	خارج النظام الحى
In vivo	داخل النظام الحى
Ionic exchange	تبادل أيونى
Ionic force	قوة أيونية
Ionic pump	مضخة أيونية
Irradiation	تشعيع
Irritant poison	سم مهيج (مثير)
Irrversible damage	ضرر لايمكن إصلاحه
Isolation	عزل
Isomer	متشابه
Isomerization	التشابه
Isozyme	الإنزيمات المتشابهة

J

Joint action	الفعل المشترك
Juvenile hormone (Jh)	هرمون الشباب
Juvenile hormone analogue	مشابه هرمون الشباب
Juvenile hermone inhibitor	مثبط هرمون الشباب
Juvenilization effect	إحداث الأثر الشبابى
Juvenoid (JHM)	مشابه هرمون الشباب

K

Kairomone	كيرومون (رسالة كيميائية تفيد كائناً حيًّا آخر)
Kauri butanol value	قيمة كورى — بيوتانول
Key pest	آفة خطيرة
Kidney function test	اختبار وظيفة الكلية
Killing effect	التأثير القاتل
Knock down effect	التأثير الصارع

L

Labelling requirement	متطلبات البطاقة

Laboratory test اختبار معملى
Lachrymation التدميع
Lactic dehydroginase (LDH)
إنزيم لاكتيك ديهيدروجنيز
Large scale application التطبيق على نطاق واسع
Larval stage الطور اليرق
Larvicide مبيد ضد اليرقات
Late death موت متأخر
Late effect تأثير متأخر
Late seedling زراعة متأخرة
Latent period فترة متأخرة (خمول)
Latent poisoning تسمم متأخر
Latin square design تصميم المربع اللاتينى
LC_{50} التركيز الكافى لقتل ٥٠٪ من الأفراد
LD_{50} الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من الأفراد
Leaching التسرب ـــ الترشيح
Leakage التسرب
Leptokurtis frequency curve
المنحنى التكرارى المدبب
Lesion ضرر
Lethal concentration (LC) التركيز القاتل
Lethal concetration 50 التركيز النصفى القاتل
Lethal dosage الجرعة القاتلة
Lethal dose 50 الجرعة النصفية القاتلة
Lethal synthesis تخليق مميت
Level of tolerance الحد الأمينى
Life- span toxicity study دراسة السمية مدى الحياة
Life- time toxicity study
دراسة السمية خلال فترة الحياة
Limit of detectability حد القياس
Limit of detection حد الكشف
Limit of sensitivity حد الحساسية
Lipid barrier theory نظرية الحاجز الدهنى
Lipid biophase نظام حيوى دهنى
Lipophilic property صفات الحب للدهون
Liposolubility القدرة على الذوبان فى الدهون
Liquid formulation مستحضر سائل
Liquid medium وسط سائل
Liver function test اختبار وظيفة الكبد
Living pesticide المبيدات الحية للآفات
Local action الفعل الموضعى
Local irritation test اختبار الهياج الموضعى
logarithmic paper ورق لوغاريتمى
Log dose-probit line (Ld-p line)
خط لوغاريتم الجرعة ـــ الاحتمال
Logarithmic phase طور لوغاريتمى
Longevity فترة حياة
Long-term effect تأثير طويل الأمد
Long-term toxicity سمية طويلة الأمد
Loss of weight نقص الوزن
Low volume application التطبيق بالحجم القليل
Low volume spraying الرش بالحجم القليل
Lutein cell خلية الجسم الأصفر
Luteinization خروج البويضة من الغلاف
Lytic reaction تفاعل انحلالى

M

Maceration نقع
Macroscopic observation ملاحظة عينية
Main cause مسبب رئيسى
Main effect تأثير رئيسى
Maintenance محافظة ـــ تربية
Male ذكر
Male chemosterilant معقم كيميائى للذكر
Male confusion technique
طريقة إحداث الفوضى فى الذكور
Male inhibition techinque طريقة تثبيط الذكور
Male stimulation تنبيه الذكور
Malformation تشوه
Malignancy ورم خبيث
Mammal ثديى

Mammalian toxicity سمية الثدييات
Management تحكم
Management by moderation التحكم بالاعتدال
Mamagement by multiple attack
التحكم بالهجوم المتعدد
Management by saturation التحكم بالتشبع
Management of pesticides تنظيم استخدام المبيدات
Management of resistance التحكم فى المقاومة
Manometric القياس المانومترى
Masking احتجاب
mass rearing تربية على نطاق واسع
mass transfer انتقال الكتلة
Mating التزاوج
Mating behaviour سلوك التزاوج
Maximal dose
Maximum allowable concentration (MAC)
أقصى تركيز مسموح به
Maximum no- effect Level (MNL)
أقصى مستوى عديم التأثير
Maximum safety level أقصى حد أمان
Maximum tolerated dose أقصى جرعة يمكن تحملها
Mean diameter متوسط القطر
Mechanical control مكافحة ميكانيكية
Mechanical strength قوة الشد الميكانيكية
Mechanism of resistance ميكانيكية المقاومة
Median knock- down time (KT_{50})
نصف الوقت اللازم لحدوث الصرع
Median lethal concentration (LC_{50})
نصف التركيز القاتل
Median lethal dose (LD_{50}) الجرعة القاتلة النصفية
Median response level مستوى الاستجابة النصفية
Median tolerance limit نصف الحد المسموح به
Median tolerated limit (TLM)
نصف الحد الممكن تحمله
Medicine دواء (علم الطب)
Medulla النخاع
Medulla oblongata النخاع المستطيل

Melting or setting point
نقطة الانصهار ، أو التصلب
Membrane damage تحطم الغشاء
Membrane potential الجهد الغشائى
Metabolic antagonism مضاد تمثيلى
Metabolic derangement خلل فى التمثيل
Metabolic pathway مسار تمثيلى
Metabolic product ناتج تمثيلى (ناتج أيضى)
Metabolic response استجابة تمثيلية
Metabolism التمثيل (الأيضى)
Metabolite ناتج تمثيل
Method of application طريقة التطبيق
Micro applicator جهاز المعاملة الدقيق
Microbe ميكروب
Microbial control المكافحة الميكروبية
Microbial decomposition الانحلال الميكروبى
Microbial insecticide مبيد حشرى ميكروبى
Microbial pesticide مبيد آفات ميكروبى
Micro - bioassay تقدير حيوى لكميات قليلة من المبيد
Micro coulometric detector كشاف كهربى دقيق
Micro- encapsulated
مبيدات مجهزة فى صورة كبسولات دقيقة
Micro granules محببات دقيقة
Micro- organism كائن حى دقيق
Micropyle نقير
Microscopic examination فحص مجهرى
Microsomal fraction الجزء الميكرسكومى
Microsome ميكروسوم
Microwave الموجة الدقيقة
Microsyringe محقن دقيق
Mineralization المعدنة
Mineral oil زيت معدنى
Minimal medium البيئة الدنيا
Minimum detectable amount
أقل كمية يمكن تقديرها
Minimum inhibitory concentration (MIC)
أقل تركيز مثبط

Minimum lethal dose	أقل جرعة مميتة
Minimum toxic level	أقل مستوى سام
Miscibility	الامتزاج
Mist spray	رش على صورة رذاذ
Mist spraying	رش الرذاذ
Mite	أكاروس
Miticidal action	الفعل الإبادى ضد الأكاروسات
Miticide	مبيد أكاروسى
Mitochondria	ميتوكوندريا (الحبيبات الخيطية)
Mixed function oxidase (MFO)	إنزيم الأكسدة
Mixture	مخلوط
Mobility	قابلية التحرك أو الانتقال
Mode of action	طريقة الفعل
Mode of administration	طريقة المعاملة
Mode of application	طريقة المعاملة
Mode of entry	طريقة الدخول
Molecular affinity	التوافق بين الجزئيات
Molecular weight	الوزن الجزيئى
Molluscs	الرخويات
Monofunctional	وحيد التأثير
Monitoring	تحذير ــ تنبيه
Monogamous	وحيد التزاوج
Monotoxic	سم وحيد التأثير
Monoxamous	تطفل فردى
Monster	مشح ــ تشوه خلقى
Monstrosity	المسخ
Moribund	مختصر (مشرف على الموت)
Morphogenetic effect	التأثير على التكون الشكلى
Morphology	علم دراسة الشكل الخارجى
Mortality	موت
Motality	حراك
Motoric paralysis	شلل حركى
Motor neuron	خلية عصبية حركية
Moulting	عملية الانسلاخ
Moulting hormone (MH)	هرمون الانسلاخ
Movement of pesticide	حركة مبيد الآفات
Mulching	المهاد
Multi- effect	التأثير المتعدد
Multiparasitism	تطفل متضاعف
Multiple housing	التربيه الجماعية
Multiple mating	التزاوج المتعدد
Multiple resistance	المقاومة المتعددة
Multi- site action	التأثير على أهداف متعددة
Muscle	عضلة
Muscle fibre	لينة عضلية
Muscle tone	شكل العضلات
Muscular fasciculation	تجمع ، أو تحزم عضلى
Mutagenesis	التبدل الخلقى ــ الطفرى
Mutagenic	المسبب الطفرى
Mutagenicity	التحولية ــ التبدلية
Mutagenic potential	الاقتدار الطفرى
Mutant aliesterase	إنزيم الإستراز الأليفاتى الطفرى
Mutation frequency	مرات التحول
Myelin sheath	غمد ميلينى
Myosis	انقباض حدقة العين
Myxoma	ورم مخاطى

N

Narcotic poison	سم مخدر
Narrow spectrum	مدى محدود
natural balance	التوازن الطبيعى
Natural control	المكافحة الطبيعية
Natural diet	غذاء طبيعى
Natural enemy	العدو الحيوى
Natural insecticide	المبيد الحشرى الطبيعى
Natural juvenile hormone (JHA)	هرمون الشباب الطبيعى
Naturally occuring insecticides	مبيدات حشرية ذات أصل طبيعى
Natural mortality	الموت الطبيعى
Natural selection	الانتخاب الطبيعى

Natural selection process عملية الانتخاب الطبيعى
Natural pesticide مبيد آفات طبيعى
Natural tolerant تحمل طبيعى
Nature conservation صيانة الطبيعة
Nature of exposure طبيعة التعريض
Nausea غثيان ــ دوار
N- dealkylation
فقد مجموعات الألكيل المتصلة بذرة النيتروجين
Necrosis تعفن ــ موت موضعى
Negative after potential الجهد السالب بعد الموجب
Negative Correlated pesticides
الارتباط السلبى للمبيدات
Negative correlated toxicity
الارتباط السلبى للسمية
Negatively correlated cross resistance
الارتباط السلبى للمقاومة المشتركة
Negative response الاستجابة السلبية
Negative Skewness التواء سالب
Negative temperature coefficient
معامل حرارى سالب
Nematicidal action الفعل ضد النيماتودا
Nematicide مبيد نيماتودى
Nematode نيماتودا
Neotenin هرمون الشباب ، أو ثبات الحالة
Neoteny (التصابى)
nerve conduction التوصيل العصبى
Nerve gas غاز أعصاب
Nerve impulse سيال عصبى
Nerve poison سم عصبى
Nerve receptor مستقبل عصبى
Nervous system جهاز عصبى
Neural transmission نقل عصبى
Neuro active toxin التوكسين العصبى النشط
Neuroblastogenesis التكوين الجنينى للجهاز العصبى
Neuromuscular junction الموصل العصبى العضلى
Neuromuscular poison سم عصبى عضلى
Neuron خلية عصبية
Neurosecretory cell خلية عصبية مفرزة فى المخ
Neurotoxic esterase الإستريز المرتبط بالسمية العصبية
Neurotoxin التوكسين العصبى
Nitrification عملية النترتة
No discernible adverse effect
التأثير الضار غير الملحوظ
No effect level المستوى عديم التأثير
No-biological degradation انهيار غير حيوى
Non effect level مستوى عديم التأثير
Normal distribution curve منحنى التوزيع الطبيعى
Normal frequency curve المنحنى التكرارى المعتدل
Normal value القيمة العادية
Non preference عدم التفضيل
Non - polar غير قطبى
No - observable effect تأثير غير ملاحظ
No - observable effect level (NOEL)
مستوى مؤثر غير ملاحظ
No target organism كائن حى غير مستهدف
N-oxidation أكسدة ذرة النيتروجين
Noxious gas غاز ضار بالصحة
Nucleophile محب للنواة
Number of generations عدد الأجيال
Numerical activity rating معدل النشاط حسابياً
Nutrition التغذية
Nutritional requirements المتطلبات الغذائية

O

Objective sample عينة مستهدفة
Obligate parasite طفيل إجبارى
Observed mortality الموت الملاحظ
Occasional pest آفة عرضية
Occupational poisoning تسمم مهنى
O- dealkylation
فقد مجاميع الألكيل المتصلة بذرة الأكسجين

Odour	رائحة
Official testing	اختبار رسمى
Off - flavor	غير مقبول الطعم
Oil concentrate	مركز زيتى
Oil solution	محلول زيتى
Omnivores	آكلو كل شىء (نباتى وحيوانى) . (القوارت)
Oncogenic	محدث للأورام
One- to many correspondance	انتشار التأثير إلى باقى المجموع
One- to one correspondance	تأثر الجزء المعامل فقط
Oncogenicity	علم الأورام الوراثية
Oocyte	خلية بيضة
Oogenesis	دورة تكوين البويضات
Oogenia	امهات البيض
Op- detoxifing enzyme	إنزيم هادم للمبيد الفوسفورى العضوى
Opportunity Factor	عامل إتاحة الوقت
Optical isomerism	التشابه الضوئى
Optimal quality	النوعية المناسبة
Oral administration	المعاملة عن طريق الفم
Oral toxicity	السمية عن طريق الفم
Organ affinity	التوافق العضوى
Organochlrine insecticide	مبيد حشرى كلورينى عضوى
Organogenesis	التعضى
Organophosphorus insecticide	مبيد فوسفورى عضوى
Orientation	توجيه
Orientation source	مصدر التوجيه
Os	عظم
Osteoma	ورم عظمى
Out door application	المعاملة فى الأماكن المفتوحة
Ovary	مبيض
Overall application	تطبيق شامل
Ovicidal action	الفعل السام ضد البيض
Ovicide	مبيد ضد البيض
Oviposition	وضع البيض
Oviposition lure	فورمون وضع البيض
Oviposition period	فترة وضع البيض
Ovulation	التبويض
Ovum	بويضة
Oxidase	إنزيم التأكسد (أوكسيديز)
Oxidase - inducing agents	محفزات إنزيمات التأكسد
Oxidation	الأكسدة
Oxidation - reduction system	نظام التأكسد والاختزال
Oxidant	مادة مؤكسدة
Ozonolysis	تحلل أوزونى

P

Painting	دهان ــ طلاء
Paired emulsifies	مواد استحلاب مزدوجة الفعل
Palatability	الاستساغة
Paper chromatography	الفصل الكروماتوجراف الورق
Paper factor	النشاط الشبابى لبعض المستخلصات النباتية
Paraffinicity	مستوى البرافين
Paralysis	شلل
Paralysis period	فترة الشلل
Parapheromone	شبيه الفورمون
Parasite	طفيل
Parasitism	تطفل
Parent compound	مركب أساسى
Partial dominance	سيادة غير كاملة
Particle size	حجم الجسيم
Parturition rate	معدل الولادة
Passive diffusion	الانتشار السلبى

Paste معجون (.عجينة)
Patent period فترة الاحتكار ، أو الامتياز
Pathogen مسبب المرض
Pathology علم دراسة الأمراض
Peeling operation عملية التقشير
Pellet قرص
Penetrant aid مادة مساعدة على النفاذ
Penetration نفاذية
Penetration- delayed factor عامل تأخر النفاذية
Penetration of residue تخلل المخلفات
Perennial pest آفة دائمة
Period of half decay نصف فترة الفساد
Period of prohibited use فترة منع الاستخدام
Peripheral convulsion تشنج طرفى
Peripheral nerve عصب طرفى
Peripheral nervous system جهاز عصبى طرفى
Peritrophic membrane غشاء حول غذائى
permanence بقاء أو ثبات
Permeability تخلل ـــ نفاذ
Permenant parasite طفيل دائم
Permissible level الحد المسموح به
Persistence ثبات
Persistent toxicity السمية الدائمة
Pest آفة
Pest control مكافحة الآفات
Pesticide مبيد الآفات
Pesticide pollution التلوث بالمبيدات
Pesticide poisoning التسمم بالمبيدات
Pesticide residue مخلفات المبيدات
Pesticide residue analysis تحليل مخلفات المبيدات
Pest management التحكم فى الآفات
Pest management index دليل التحكم فى الآفات
Pest resurgence موجة وبائية من الآفة
Petroleum oil زيت بترولى
PH درجة الحموضة
Pharmaclogical action فعل دوائى
Pharmaclogical antagonist تضاد دوائى
Pharmacology علم دراسة العقاقير
Phenobarbital الفينوباربيتال
Phenolase إنزيم الفينوليز
Phenoloxidase إنزيم الفينول أوكسيديز
Pheromone جاذب جنسى (الفورمون)
Pheromone potentiator مقوى الفورمون
Phosphatase إنزيم الفوسفاتيز
Phosphoglyceric enolase إنزيم الفوسفوجليسريك إينوليز
Phosphorylation الفسفرة
Photoactivation تنشيط ضوئى
Photoalteration تعديل ضوئى
Photochemical reaction تفاعل ضوئى كيميائى
Photodecomposition انحلال ضوئى
Photo isomerization تشابه ضوئى
Photolysis انحلال ضوئى
Physical control بناء ضوئى
Physical factor عامل طبيعى
Physical poison سم طبيعى
Physical separation فصل طبيعى
Physiological active substance مادة نشطة فسيولوجيًا
Physiological Lesion ضرر فسيولوجى
Physiological resistance مقاومة فسيولوجية
Physiological selectivity الاختيارية الفسيولوجية
Physiology علم وظائف الأعضاء
Phytophagous التغذية على النبات
Phytotoxicity الأثر الضار على النبات
Pipe duster عفارة آلية ذات خرطوم
Piscicide مبيد القوامع
Pka معيار للتعبير عن قوة القاعدة
Plant growth regulator (PGR) منظم النمو النباتى
Plant protection وقاية النبات
Plant protection law قانون وقاية النبات
Plant quarantine حجر زراعى
Plant resistance to pest مقاومة النبات للآفة

Plant spacing	مسافات الزراعة
Plant trap	مصيدة نباتية
Plateau	هضبة
Platykurtis frequency curve	المنحنى التكرارى المفرطح
Plot shape	شكل القطعة
Plot size	حجم القطعة
Ploughing	حرث الأرض
Poison	سم
Poison bait	طُعم سُمى
Poisoning diagnosis	تشخيص التسمم
Poisoning mechanism	ميكانيكية التسمم
Poisonous bait	طعم سام
Poisonous substance	مادة مسممة
Polar	قطبى
Polarity	قطبية
Polarization	استقطاب
Pollinator	ملقح
Pollution	التلوث
Pollution control	مكافحة التلوث
Pollution- free pesticide	مبيد آفات لا يحدث تلوثاً
Poly basic	عديد القاعدية
Polycythemia	زيادة إحمرار الدم
Polygamous	عديد التزاوج
Polymerization	البلمرة
Poly morphism	تعدد الأشكال
Poly or multi- resistance	المقاومة المتعددة
Poly xeny	متعدد التطفل
Population	عشيرة
Population density	كثافة التعداد ـــ معدل التزاحم
Population dynamic	ديناميكية العشيرة
Pore canal	قناة ثقبية
Positive anemotaxis	توجيه بفعل التيار الهوائى
Positive phase	المظهر الموجب
Positive skewness	التواء موجب
Positive temperature coefficient	معامل حرارى موجب
Post adaptation	التأقلم الطفرى
Post hatching	بعد الفقس
Post harvest residue	مادة متخلفة بعد جمع المحصول
Post synaptic membrane	غشاء ما بعد الاشتباك العصبى
Post treatment temperature	حرارة مابعد المعاملة
Potentiating effect	التأثير المقوى
Potentiation	تقوية
Potentiator	مقوٍّ
Potentiometric	قياس النواتج الأيونية
Potter tower	برج بوتر
Pour point	نقطة الانسكاب
Powdered carrier	مادة حاملة جافة
Powdered diluent	مادة مخففة جافة
Part per billion (ppb)	جزء لكل بليون (معيار لتركيز المبيد)
Part per million (ppm.)	جزء لكل مليون (معيار لتركيز المبيد)
Practical residue limit	حد المخلفات العملى
Pre adaptation	التأقلم الطبيعى
Precancerous stage	مرحلة قبل تكوين السرطان
Precaution	احتياط
Precision dusting	التعفير الدقيق
Predatism	الافتراس
Predator	المفترس
Pre harvest interval	فترة ما قبل الحصاد
Pre harvest use	استخدام ما قبل الحصاد
Prehatching	قبل الفقس
Preliminary test	اختبار أولى
Premortal	ماقبل الموت
Preservative	مادة حافظة
Presumed safe level	مستوى الأمان المفترض
Pre-synaptic membrane	غشاء ما قبل الاشتباك العصبى
Pre-treatment temperature	حرارة ما قبل المعاملة
Preventive application	المعاملة الوقائية
Preventive effect	تأثير وقائى

Preventive fungicide مبيد فطرى وقائى
Preventive value الكفاءة الوقائية
Prey ضحية
Primar pheromone فورمون تمهيدى
Primary metabolism تمثيل أولى
Primary shock صدمة أولية
Primer effect تأثير أولى
Principal action الفعل الأساسى
Probable safe intake (PSI)
حد الأمان المحتمل عن طريق تناول الطعام
Probit analysis التحليل الاحصائى للاحتمالات
Procuticle جليد أولى
Product chemistry كيمياء المنتج
Prolonged action الفعل طويل الأثر
Prothoracic gland غدة الصدر الأمامى
Prothoracicotropic hormone (PITH) هرمون المخ
Propellant غاز دافع للأيروسول
Proper timing for application التوقيت المناسب للتطبيق
Propesticide مبيد آفات أولى
Prophylactic agent مادة وقائية
Propose tolerance التحمل المفترض
Protective colloid غروى حافظ
Protective fungicide مبيد فطرى وقائى
Protective mechanism (PM) نظام واق
Protective stupefaction التحذير الوقائى
Proteinaceous شبيه البروتين
Proteolytic enzyme إنزيم محلل للبروتين
Protoplasmic poison سم بروتوبلازمى
Protozoa بروتوزوا
Provisional cuticle جليد مؤقت
Proximate carcinogen مادة ذات أحتمال تأثير سرطانى
Pulmonary congestion احتقان الشعب الهوائية
Pulsation rate معدل النبض
Pulvilli وسادة
Purity نقاء
Pseudo cholin esterase إنزيم الكولين إستريز الكاذب
Pyrethroid بيروثريد مخلق
Pyruvic oxidase إنزيم البيروفيك أوكسيديز

Q

Qualitative نوعى
Qualitative response الاستجابة النوعية
Qualiative selectivity تخصص نوعى
Quality control دراسة مطابقة المستحضر للمواصفات
Quality test اختبار الجودة
Quantal response الاستجابة الكمية
Quantitative كمىّ
Quantitative response الاستجابه الكمية
Quantitative selectivity تخصص كمى
Quarantine حجر
Quick action الفعل السريع

R

Race سلالة
Radiation إشعاع
Radio active material مادة ذات نشاط إشعاعى
Radio active wastes مخلفات الإشعاع
Radioactivity النشاط الإشعاعى
Radiometric طريقة القياس الإشعاعى
Radiotracer كاشف الآثار الإشعاعية
Randomization العشوائية
Randomized block تصميم الشريحة العشوائى
Ranking method اختبار التمييز المقارن
Rapid action الفعل السريع
Rate of application معدل الاستخدام
Rate constant ثابت المعدل
Rate of degradation معدل الانهيار
Realistic field trial التقييم الحقلى الواقعى
Rearing تربية
Recessive متنحٍّ

Recommended concentration التركيز الموصى به
Recommended dose الجرعة الموصى بها
Recovered Fertility استرجاع الخصوبة
Recovery استرجاع
Reduced penetration انخفاض النفاذية
Reduction اختزال
Reentry إعادة الدخول
Refugia منطقة متعزلة
Refuse to eat رفض الطعام
Registration تسجيل
Regulatory control المتابعة الدورية المنتظمة
Regurgitation الإرجاع
Regression coefficient معامل الانحدار
Rejectant الرفض ــ النبذ
Relative potency الكفاءة النسبية
Relative stability ثبات نسبى
Release تحرير ــ انفراد
Releasing Factor عامل الانفراج
Releaser pheromone فورمون فورى
Remote action الفعل البعيد
Renwal approach الطريقة المتجددة
Reperated application معاملة متكررة
Repellency طارد
Repellent مادة طاردة
Repetitive discharge تكرار تفريغ وإطلاق الشحنات
Replacement إحلال
Replicate مكرر
Reproducibility Replicate
تكرار حدوث الظاهرة تحت نفس الظروف
Reproduction التكاثر
Reproductive Capacity القدرة التناسلية
Reproductive potential الاقتدار التناسلى
Residual activity النشاط الباق للمخلفات
Residual deposit راسب المخلفات
Residual effectiveness الفاعلية الباقية للمخلفات
Residual Film الغشاء الرقيق المتبقى
Residual insecticide مبيد حشرى ذو أثر باقٍ
Residual persistence ثبات المخلفات
Residual property صفات المخلفات
Residual toxicity سمية المخلفات
Residue مخلفات
Residue analysis تحليل المخلفات
Resistance مقاومة
Resistance induced enhanced susceptibility (RIES)
زيادة الحساسية الناتجة عن اكتساب المقاومة
Resistance ratio نسبة المقاومة
Resistant strain (RS) سلالة مقاومة
Resistant variety صنف مقاوم
Respiration التنفس
Respiratory enzyme إنزيم التنفس
Respiratory failure فشل فى التنفس
Respiatory poison سم تنفسى
Response استجابة
Ressiunance معاودة الظهور على السطح
Resting potential الجهد السالب (جهد سكون)
Restricted use استخدام مقيد
Resurgence انفجار فى التعداد
Reversion of resistance انعكاس المقاومة
RF value قيمة معدل الانسياب
Ridge application معاملة الحواف
Rising phase of action potential
المظهر المرتفع للجهد الموجب
Rodent حيوان قارض
Rodenticide مبيد لمكافحة القوارض
Rotary atomizer بشبورى دائرى
Roto cultivation دورة زراعية
Row treatment معاملة الخطوط
Run - off التساقط ــ الجريان

S

Safety agricutural use الاستخدام الزراعى الآمن
Safety evaluation تقييم الأمان

Safety factor	عامل الأمان
Safety margin	حد الأمان
Safety precautions	احتياجات الأمان
Salivation	نزول اللعاب الزائد
Sampling area	مساحة العينات
Saponification	التصبن
Saturation point	نقطة التشبع
Schiff base	قاعدة شف
Sciatic nerve	عصب وركي
Sclerotization	ترسيب الإسكليروتين (التصلب)
Secondary metabolism	تمثيل ثانوى
Secretion	إفراز
Secure toxic level	حد السمية الآمن
Sediment	راسب
Seed coating	تغطية البذور
Seed dressing	تغطية البذور
Seed furrow treatment	معاملة مراقد البذور
Seed soaking	نقع البذور
Seed treatment	معاملة البذور
Selection	انتخاب ـــ اختيار
Selection pressure	ضغط انتخابي
Selective absorption	امتصاص اختيارى
Selective action	فعل متخصص
Selective agent	عامل انتخابي
Selective inhibitor	مثبط متخصص
Selective insecticide	مبيد متخصص
Selective mammalicide	سم متخصص للثدييات
Selective toxicity	السمية الاختيارية (المتخصصة)
Selectophore	مجموعة متخصصة
Semiochemical	مادة ناقلة للرسائل الكيميائيّة
Sensitive mechanism (SM)	نظام حساس
Sensitivity	حساسية
Sensitization	استشعار
Sensory neuron	خلية عصبية حسية
Serine enzyme	إنزيم السيرين
Serosal cuticle	جليد مصلي
Setting point	نقطة الأستقرار
Severe pest	آفة خطيرة
Sex attractant	جاذب جنسي
Sex lure	جاذب جنسي
Sex pheromone	فورمون جنسي
Sex sterilized	حساسية الجنس للمعقم
Sexual aggressiveness	الاعتداء الجنسي
Sexual competitiveness	المنافسة التزاوجية
Short - term	المدى القصير
Short-term toxicity test	اختبار السمية على المدى القصير
Side effect	تأثير جانبي
Side treatment	معاملة جانبية
Sigmoid curve	منحنى شبيه بحرف (S)
Silica aerogel	مسحوق يمتص الشمع
Similar joint action	التأثير المتشابه للفعل المشترك
Significant difference	فرق معنوى
Site of action	مكان التأثير
Site of detoxication	مكان فقد السمية
Skewness frequency curve	المنحنى التكرارى ذو الالتواء
Slid-dip technique	طريقة غمر الأسطح
Slimicide	مادة مثبطة لنمو الكائنات الدقيقة
Slope	الميل
Slow action	فعل بطئ
Slurry treater	جهاز معاملة البذور
Smoke	مدخن
Smoking	تدخين
Smothering action	الفعل التدخيني
Soil contamination	تلوث التربة
Soil fumigant	مدخن للتربة
Soil injection	حقن التربة
Soil reaction	تفاعلات التربة
Soil residue	مخلفات فى التربة
Soil sterilant	معقم التربة
Soil treatment	معاملة التربة
Soil trench treatment	معاملة الخنادق
Solid formulation	مستحضر صلب

Solid medium وسط صلب
Solubility الذوبان
Solubilization الذوبانية
Slouble powder مسحوق يذوب فى الماء
Solution محلول
Solvency الإذابة
Solvent مذيب
Sorption index دليل الامتصاص
Sorptivity القابلية للامتصاص
Space effect التأثير المكانى
Spastic paralysis شلل تشنجى
Specific antagonist مضاد متخصص
Specific density or gravity الكثافة النوعية
Specificity التخصص
Specific receptor مستقبل متخصص
Specific toxicity السمية النوعية
Specified poisonous substance
مادة ذات سمية متخصصة
Spectrometry قياس الطيف
Spectrum of activity مدى ، أو مجال النشاط
Sperm حيوان منوى
Spermatogenesis دورة تكوين الحيوانات المنوية
Spermatogenetic cycle دورة تكوين الحيوانات المنوية
Spermatogonia أمهات المنى
Spike منحنى حاد
Spinal Cord الحبل الشوكى
Spongy إسفنجى
Spot application معاملة موضعية
Spray رش
Spray calendar جدولة الرش
Spray compatibility chart
خريطة التوافق الخلطى بين محاليل الرش
Spray volume حجم الرش
Spreader مادة ناشرة
Spreader factor عامل الانتشار
Spreading property صفات الانتشار
Spumaline إفراز غروى هيجروسكوبى

Stability ثبات
Stabilizer مثبت
Stabilizing agent مادة مثبتة
Stable insecticide مبيد حشرى ثابت
Stage طور
Staionary phase وسط ثابت
Starvation تجويع (صيام)
Statistical analysis التحليل الإحصائى
Stereochemistry الكيمياء الفراغية
Sterilant مادة محدثة للعقم
Sterile male technique طريقة تعقيم الذكور
Sterility action فعل تعقيمى
Sterilization تعقيم
Sterilization source مصدر تعقيمى
Sterilizing effect تأثير تعقيمى
Sticker مادة لاصقة
Sticky card كارت لاصق
Stiffening of cytoplasm
صلابة ، أو تجمد السيتوبلازم
Stimulant منبه
Stimulation تنبيه
Stimulation of behaviour تنبيه السلوك
Stock solution المحلول الأصلى
Stomach leavage غسيل المعدة
Stomach poison سم معدى
Strain سلالة
Stream distillation تقطير بالبخار
Stripping عملية الاستخلاص
Stripping solution محلول مستخلص
Storage stability الثبات تحت ظروف التخزين
Sub - acute dietary ic_{50}
تركيز تحت حاد يقتل ٥٠٪ من الأفراد عن طريق الغذاء
Sub-acute toxicity سمية تحت حادة
Sub-chronic toxicity سمية تحت مزمنة
Sub-cutaneous injection حقن تحت الجلد
Subcuticular residue مخلفات تحت الكيوتيكل

Sub-lethal concentration تركيز تحت مميت
Sub irrigation الري تحت السطح
Sub-sterilizing dose جرعة تحت معقمة
Substrate مادة تفاعل
Substrate-enzyme binding
ربط الإنزيم مع مادة التفاعل
Sub surface movement تحرك تحت سطحي
Succinic dehydrogenase إنزيم السكسنيك ديهيدروجنيز
sulfoxidation تكوين السلفوكسيدات
Summation تجميع
Super ovulation تبويض فائق
Super-parasitism تكرار التطفل
Supplemental مادة محسنة
Surface acidity حموضة السطح
Surface active agent مادة ذات نشاط سطحي
Surface activity نشاط سطحي
Surface movement تحرك سطحي
Surface tension توتر سطحي
Surfactant مادة ناشرة
Surveillance مراقبة
Survival بقاء — حياة
Susceptibile strain (S.S.) سلالة حساسة
Susceptibility حساسية
Suspensibility التعلق
Susceptive period فترة التعريض
Sustained feeding الاستمرار فى التغذية
Swallowing الابتلاع
Swath ضربة الرشاشة
Swath width عرض حجر الرش
Sweating العرق
Synapse مركز اشتباك
Synaptic gap حفرة مركز الاشتباك
Synaptic transmission نقل اتصالى
Syncronization توافق زمنى
Syndrome تزامن
Synergism تنشيط
Synergist مادة منشطة
Synergistic action فعل تنشيطى
Synergistic activity قوة تنشيطية
Synergistic effect تأثير تنشيطى
Synergistic ratio (SR) نسبة التنشيط
Synthetic organic insecticide
مبيد حشرى عضوى مخلق
Synthetic pyrethroids البيروثريدات المخلقة
Syotemic جهازى
Systemic action الفعل الجهازى
Systemic effect التأثير الجهازى
Systemic insecticide مبيد حشرى جهازى

T

Tablet قرص
Tambling طحن العينات مع المذيب
Tampering الغش التجارى
Tanent hair شعرة غدية
Tangle food الطعام الخادع
Tanning دبغ
Target هدف
Taxonomy علم دراسة التقسيم
Technical تكنيكى — فنى
Techincal ingredient مادة فعالة عادية
Temperature coefficient معامل الحرارة
Temporary acceptable daily intake
الحد اليومى المؤقت المسموح بتناوله
Temporary action الفعل المؤقت
Temporary parasite طفيل مؤقت
Temporary tolerance
الحد المسموح بوجوده مؤقتا
Tentative negligible daily intake
كمية التناول اليومى الممكن تجاهلها
Teartogenic مادة محدثة للتشوه الخلقى
Teratogenicity ظاهرة التشوه الخلقى (المسخ)

Teratology علم المسوخ والتشوهات
Terminal residue كمية المخلفات النهائية
Testis خصية
Tetanic paralysis شلل انقباضي
Tetrafunctional رباعي التأثير
Theoretical maximum residue contribution (TMRC)
الحد الأقصى النظرى للمتبقيات
Thermal degradation الانهيار الحرارى
Thermostable exotoxin سم خارجي ثابت فى الحرارة
Therapeutice effect تأثير علاجي
Therapy علاج
Thickning agent مادة تقلل من الانتشار
Thin layer chromatography
طريقة الفصل على رقائق الكروماتوجرافى
Third generation of pesticides
الجيل الثالث لمبيدات الآفات
Threshold حرج ـــ حرجة
Threshold dose الجرعة الحرجة
Threshold level المستوى الحرج
Threshold limit الحد الحرج
Tick قراد
Time effect التأثير الزمنى
Timely application تطبيق زمنى
Time- mortality curve
منحنى العلاقة بين الموت والوقت
Tissue culture زراعة الأنسجة
Titration معايرة
Tolerance تحمل
Tolerance for pesticide residue
تحمل مخلفات المبيدات
Tolerance level مستوى التحمل
Tonic & Clonic convulsion
تشنجات توترية وارتجاجية
Top dressing تغطية سطحية
Topical application معاملة قمية (موضعية)
Total count التعداد الكلى

Toxicant سم
Toxic dose جرعة سامة
Toxic group مجموعة سامة
Toxicity السمية
Toxicity category درجة السمية
Toxicity index دليل السمية
Toxicological property الصفات أو الخصائص السامة
Toxicology علم دراسة السموم
Toxic symptom أعراض التسمم
Toxin سم (توكسين)
Toxophore حامل السم
Tracheal penetration النفاذية خلال الجهاز القصبي
Tracheoles قصيبات هوائية
Trade name الاسم التجارى
Transduction الانتقال العارض
Transformation تحول
Translocation انتقال داخل النبات
Transport ينتقل
Tremor ارتعاش (ارتجاف)
Tremulousness التصلب
Trial following pheromone فورمون تتبع الأثر
Trifunctional ثلاثي التأثير .
Trimming operation عملية التهذيب
Trival temporary effect تأثير مؤقت ضعيف
True cross resistance المقاومة المشتركة الحقيقية
True cholin esterase إنزيم الكولين إستريز الحقيقى
Trunk application معاملة الجذع
Trunk painting دهان الجذع
Tumor ورم
Typical spread factor عامل الانتشار القياسي
Tyrosinase إنزيم التيروسينيز

U

Ultra low volume (ULV)
الرش بالحجم المتناهى فى الصغر

Ultra violet light — الأشعة فوق البنفسجية
Ultima carcinogen — المسبب النهائى للسرطان
ULV Solution — محلول متناه فى الصغر
Jncomplicated cross resistance — المقاومة المشتركة غير المعقدة
Uncosciousness — عدم الوعى (الإغماء)
Uniform application — تطبيق متجانس
Unintentional residue — مخلفات غير عرضية
Universality — العمومية ـــ العالمية
Unsulfonated residue — مخلفات غير مسلفنة
Ununiformity of application — عدم تجانس التطبيق
Upper limit of pesticide residue — الحد الأعلى لمتبقى المبيد
Urinalysis — تحليل البول
Urination — التبول
Use dilution — التخفيف عند الاستعمال
Use pattern — مجال الاستخدام
Use- permitted period — فترة السماح بالاستخدام
Usual dose — الجرعة العادية

V

Vaculation — تجوف (تكوين فجوات)
Valid period of registration — الفترة القانونية للتسجيل
Vapor action — الفعل البخارى
Vapor pressure — الضغط البخارى
Varietal control — المكافحة الصنفية
Variety — صنف
Vegetative nervous system — جهاز عصبى لا إرادى
Vertical resistance — المقاومة الرأسية للنبات
Viability — حيوية أو خصوبة
Vigor — نشاط
Vigor resistance — المقاومة الفائقة
Vigor tolerance — التحمل الفائق
Virulence — القدرة على إحداث المرض
Virus — فيروس
Viscosity — اللزوجة
Visible light — ضوء مرئى
Vital — حيوى
Vital reaction — تفاعل حيوى
Vitelline membrane — غشاء محى
Volatility — تطاير
Volatilization — التطيير (التبخير)
Volume mean drop (VMD) — متوسط حجم القطرة
Vomiting — القئ
Vulnerability — قابلية الانجراح (الانثلام)



Warning — تحذير
Washing — غسيل
Waste water treatment — معاملة الماء الفاسد
Water dispersable powder — مسحوق قابل للانتشار فى الماء
Waterless ultra low volume — الرش المتناهى فى الدقة بدون ماء
Water management — تنظيم الرى
Water miscibility — القابلية للامتزاج بالماء
Water pollutant pesticide — مبيد ملوث للماء
Water pollution — تلوث الماء
Water repellency — طارد للماء
Water retention — الاحتفاظ بالماء
Water soluble powder — مسحوق قابل للذوبان فى الماء
Weakest link — رابطة ضعيفة
Weakness — ضعف
Weathering — التجوية
Weed control — مكافحة الحشائش
Weed killer — قاتل للحشائش
Weighting coefficient — معامل الترجيح
Weighting point — المنطقة المرجحة
Wettability — القابلية للبلل

Wettable powder	مسحوق قابل للبلل
Wetting agent	مادة مبللة
White cuticle	جليد أبيض
Wildlife	الحياة البرية
World Heath Organization (WHO)	منظمة الصحة العالمية
Wound healing	التئام الجروح

X

Xenobiotic	مركب غريب
X - rays	أشعه إكس

Y

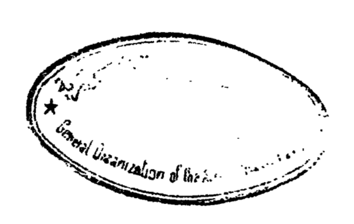
Yellow cuticle	جليد أصفر
Yellowing	الاصفرار

Z

Zero tolerance	صفر الأمان

الترقيم الدولى

ISBN 997—1475—26—6



رقم الإيداع (٧٦٠٧/٨٨)

« كتب الدار العربية للنشر والتوزيع »

● فى العلوم الزراعية والإنتاج الحيوانى :

ـ الكائنات الدقيقة .. عمليًا	هارى سيل
ـ دليل الإنتاج التجارى للدجاج « جزء أول ـ جزء ثان »	ماك نورث
ـ عالم الميكروبات	روجر ستانير
ـ علم الحيوان « جزء أول ـ جزء ثان ـ جزء ثالث ـ جزء رابع »	هيكمان
ـ السيطرة على الآفات	روبرت .ل .ميتكاف
ـ علم التربة والأراضى « مبادىء وتطبيقات »	هوزنيلر
ـ الاقتصاد الزراعى « المبادىء والسياسة الزراعية »	كريستوفر ريتسون
ـ النباتات العطرية ومنتجاتها الزراعية والدوائية	الشحات نصر أبو زيد
ـ أساسيات علم الوراثة	سيد حسنين ، فتحى عبد التواب
ـ الاتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات (جزء أول ـ جزء ثان)	محمد عبد المجيد ، زيدان عبد الحميد
ـ التغذية العلمية والتطبيقية « للدجاج ـ الطيور بأنواعها ـ الأرانب ـ الأسماك »	أسامة الحسينى ، صلاح أبو العلا
ـ أساسيات إنتاج الخضر ، وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية « الصوبات »	أحمد عبد المنعم حسن
ـ التدريبات الوراثية العملية ـ مبادىء علم الوراثة	ألدون جاردنر
ـ مقدمة فى نباتات الزينة	روى لارسون
ـ محاصيل الخضر	طومسون
ـ حيوانات المزرعة	جون هاموند
ـ علم البساتين	جانيك
ـ أساسيات أمراض النبات	دانيال روبرتس
ـ الحشرات « التركيب والوظيفة » (جزء أول ـ جزء ثان)	تشابمان
ـ بساتين الفاكهة المستديمة الخضرة ـ بساتين الفاكهة المتساقطة الأوراق	وليم تشاندلر
ـ إنتاج اللبن واللحم من المراعى	ويلكنسون
ـ مقدمة فى علم تقسيم النبات	قاسم فؤاد السحار
ـ التحليل الطيفى للأنظمة الكيميائية والبيوكيميائية	عبد المنعم محمد الاعسر
ـ مقدمة فى علم المحاصيل « أساسيات الانتاج »	عبد العظيم أحمد عبد الجواد واخرون

● سلسلة العلم والممارسة فى المحاصيل الزراعية :

ـ الطماطم ـ البطاطس ـ البصل والثوم ـ القرعيات ـ تكنولوجيا الزراعات المحمية « الصوبات » ـ الخضر الثمرية .	أحمد عبد المنعم حسن
ـ كروم العنب وطرق إنتاجها	جميل سوريال واخرون

● فى العلوم الحيوية والأغذية :

ـ الغذاء بين المرض وتلوث البيئة .	أحمد عبد المنعم عسكر ، محمد حسوت
ـ الطريق إلى الغذاء الصحى . « أسس صحية علمية تطبيقية »	مصطفى عبد الرزاق نوفل
ـ أساسيات علوم الأغذية والتصنيع الغذائى .	محمد على حبيش وآخرون
ـ المواد الحافظة للأغذية .	إيرش لوك
ـ التغذية الصحية للإنسان .	موترام
ـ أسس علوم الأغذية	جون بيكرسون
ـ الأطعمة ودورها فى التغذية والجداول الغذائية	مصطفى كمال مصطفى

ISBN977-1475-26-6